SUELOS DEL URUGUAY

Enrique Marchesi - Artigas Durán

nuestra tierra 18

nuestra tierra 18

EDITORES:
DANIEL ALJANATI
MARIO BENEDETTO
HORACIO DE MARSILIO

ASESOR GENERAL:
Dr. RODOLFO V. TÁLICE

ASESOR EN CIENCIAS ANTROPOLÓGICAS:
Prof. DANIEL VIDART

ASESOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS:
Dr. RODOLFO V. TÁLICE

ASESOR EN CIENCIAS ECONÓMICAS:
Dr. JOSÉ CLAUDIO WILLIMAN h.

ASESOR EN CIENCIAS GEOGRÁFICAS:
Prof. GERMÁN WETTSTEIN

ASESOR EN CIENCIAS SOCIALES Y POLÍTICAS:
Prof. MARIO SAMBARINO

SECRETARIO DE REDACCIÓN:
JULIO ROSSIELLO

SECRETARIO GRÁFICO:
HORACIO AÑÓN

DEPARTAMENTO DE FOTOGRAFÍA:
AMÍLCAR M. PERSICHETTI

Distribuidor general: ALBE Soc. Com., Cerrito 566, esc. 2, tel. 8 56 92, Montevideo. Distribuidor para el interior, quioscos y venta callejera: Distribuidora Uruguaya de Diarios y Revistas, Ciudadela 1424, tel. 8 51 55, Montevideo.

LAS OPINIONES DE LOS AUTORES NO SON NECESARIAMENTE COMPARTIDAS POR LOS EDITORES Y LOS ASESORES.

SUELOS DEL URUGUAY

Enrique Marchesi - Artigas Durán



ENRIQUE C. MARCHESI. Nacido el 24 de marzo de 1941, se graduó de Ingeniero Agrónomo en 1965. Comenzó su actividad docente en 1962 en la Cátedra de Edafología de la Facultad de Agronomía, primero como Ayudante y luego en usufructo de una beca otorgada por el Ministerio de Ganadería y Agricultura. En el año 1964 realizó un Curso de Diagnóstico Foliar en la Escuela Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" en Piracicaba, Brasil. Desde setiembre de 1965 a setiembre de 1967 realizó cursos de post-grado y una tesis en la Universidad del Estado de Iowa (EE. UU.), donde obtuvo el título de "Master of Science" en Manejo de Suelos y Climatología Agrícola. Actualmente es Asistente de Suelos en la Facultad de Agronomía y trabaja en Manejo de Suelos y Cultivos en la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" (Paysandú).

ARTIGAS R. DURAN. Nacido el 16 de febrero de 1938, obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo en 1966. En 1961 inicia su carrera docente en la Facultad de Agronomía como Ayudante de la Cátedra de Edafología. Realizó estudios de post-grado en la Universidad Estatal de Gante, Bélgica, obteniendo el título de "Master of Science" en Cartografía de Suelos. Participó en un curso para administradores de programas de Relevamientos Integrados de Recursos Naturales en el Centro de Entrenamiento Internacional de Relevamiento Aéreo de Delft, Holanda. Actualmente es Asistente de Suelos en la Facultad de Agronomía y Profesor de Agrología en la Facultad de Ingeniería y Agrimensura. Es Coordinador del Programa de Estudio y Levantamiento de Suelos, asignado al Proyecto Regional de la Cuenca de la Laguna Merín. Es autor de "Micromorfología de algunos suelos del Uruguay" (1967) y de la "Carta General de Suelos del Uruguay y Memoria Explicativa" (1967), en colaboración con A. Kaplán.

NATURALEZA Y ORIGEN DEL SUELO

El suelo es el medio en el que crecen las plantas que el hombre necesita para obtener alimentos, fibras, maderas y medicinas que le son imprescindibles. Las plantas necesitan además para su desarrollo otros elementos que los que aquél puede proporcionarles directamente, tales como el agua, la energía solar y el aire, que junto con el suelo forman parte de los recursos naturales. Entre ellos, el suelo ocupa un lugar muy particular, ya que es el más fácilmente destructible y en la mayoría de los casos tal proceso es irreversible. La reconstrucción de un suelo destruido por la erosión llevaría decenas o centenas de miles de años, como se comprenderá al considerar los procesos de formación del suelo que son, en su mayoría, extremadamente lentos.

EL SUELO COMO RECURSO NATURAL EN EL URUGUAY

De los 18.7 millones de hectáreas con que cuenta el país, se han incorporado a la producción agropecuaria la totalidad de las tierras aptas para ese fin, 16.5 millones de hectáreas.

El porcentaje de tierras productivas en el Uruguay es uno de los más altos del mundo como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

País	Tierras productivas sobre el total
Uruguay	87.6 %
Argentina	51.5 %
Brasil	14.9 %
América Latina	23.8 %
U. S. A.	56.2 %
Nueva Zelandia	48.9 %
Australia	59.6 %

Esta situación privilegiada se acentúa si se tiene en cuenta que el Uruguay, junto a la Pampa y Mesopotamia argentinas, constituye la mayor área de tierras agrícolas uniformemente fértiles de América Latina. Lo expuesto anteriormente demuestra claramente la importancia que tiene

para el país el estudio de la naturaleza y distribución de sus suelos para racionalizar su aprovechamiento.

CONSTITUCION DEL SUELO

El suelo, considerado como cuerpo natural, se extiende tanto en superficie como en profundidad. Consta de una sucesión vertical de capas aproximadamente paralelas a la superficie que difieren en sus características morfológicas y propiedades físicas y químicas. Su límite inferior está dado por la transición al material geológico que le dio origen.

El estudio del suelo, aun del punto de vista agronómico, debe considerar todas las capas que lo forman, ya que si bien en la capa superficial se desarrolla la mayor actividad biológica, de la constitución de las capas inferiores dependen fenómenos tan importantes como el crecimiento de las raíces, la penetración y almacenamiento de agua y la disponibilidad de elementos nutritivos.

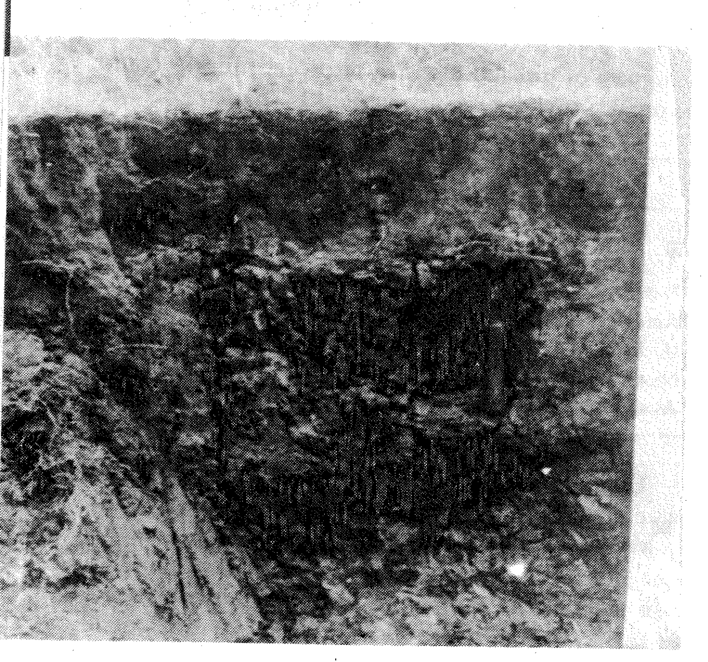
El suelo está constituido por cuatro grupos de componentes: materia mineral, materia orgánica, agua, aire.

La materia mineral del suelo proviene de la descomposición de las rocas de la corteza terrestre.

Físicamente, está compuesto por partículas que varían en tamaño, desde las piedras y gravas observables a simple vista, hasta las partículas de arcilla de tamaño submicroscópico. Salvo casos excepcionales, estas partículas se encuentran junto con la materia orgánica descompuesta (humus) y forman agregados que constituyen la estructura del suelo.

Químicamente, está constituida fundamentalmente por un conjunto de alúminosilicatos, óxidos y carbonatos.

Cortes verticales de suelos en los que se aprecian sus diferentes capas.

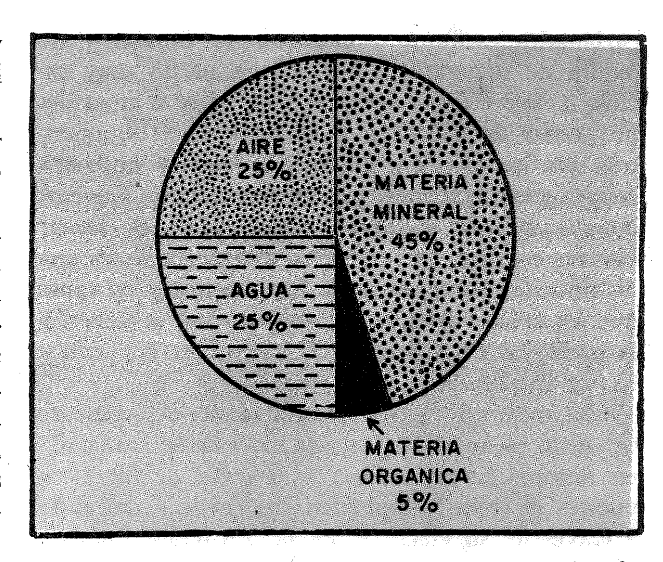




La materia orgánica del suelo proviene de la incorporación de restos de vegetales y animales en diversos estados de descomposición. En su etapa final de transformación, la materia orgánica aparece como una sustancia relativamente estable, de color oscuro, íntimamente asociada a la materia mineral, denominada humus. La materia orgánica es el asiento de la población microbiana del suelo, responsable de procesos muy importantes, tales como la descomposición de los restos animales y vegetales, la fijación del nitrógeno atmosférico y la liberación de elementos nutritivos.

El agua ocupa, en el suelo, una proporción variable del espacio poroso que dejan entre sí las partículas sólidas. Allí la retienen fuerzas de adhesión y cohesión. Contiene sustancias minerales disueltas que las plantas absorben fácilmente para su nutrición. El contenido de agua del suelo es muy variable; depende fundamentalmente de la precipitación y evaporación.

El aire del suelo llena el espacio poroso no ocupado por el agua. Está constituido por los mismos gases que el aire atmosférico, del que difiere por ser más rico en anhídrido carbónico y vapor de agua y más pobre en oxígeno y nitrógeno. Es un componente imprescindible para la actividad respiratoria de las raíces y los microorganismos.



Representación esquemática de la composición de un suelo ideal.

PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO

Físicamente un suelo es una mezcla más o menos suelta de partículas minerales y materia orgánica, con agua y aire, que ocupan los poros en proporciones variables.

Las propiedades físicas determinan en gran parte la actividad química y biológica, así como la capacidad productiva del suelo.

Las propiedades físicas más importantes del suelo son: color, textura, estructura, consistencia y porosidad.

COLOR

El color es la propiedad más fácil de ver y determinar. Aunque tomado aisladamente tiene poco valor, cuando se le considera en combinación con otros caracteres permite estimar algunas propiedades importantes del suelo.

Las principales sustancias que confieren al suelo su color, son el humus, los óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso y sales diversas, tales como

carbonatos, sulfatos y cloruros. El humus y los óxidos de manganeso dan colores pardo muy oscuro o negro. Los colores pardos, rojos o amarillos provienen de óxidos e hidróxidos férricos, mientras que los óxidos e hidróxidos ferrosos imparten colores grises tanto verdosos como azulados. Los carbonatos, sulfatos y cloruros dan tonalidades claras: blancas o grises. Los colores uniformes indican una distribución homogénea de los pigmentos en tanto que los colores mezclados, abigarrados, se deben a la presencia de diferentes pigmentos en concentraciones localizadas.

La mayor o menor intensidad del color oscuro del suelo es un índice aproximado de su contenido en humus. La naturaleza y el color de los compuestos de hierro dependen del drenaje del suelo a través de su efecto sobre la aireación. En condiciones de alta aireación el hierro se encuentra en estado férrico, mientras que en ausencia de oxígeno se encuentra en estado ferroso. Para grados intermedios de aireación los compuestos férricos aparecen en estados variables de hidratación. Los colores de los compuestos de hierro varían según su constitución química como se aprecia en el siguiente cuadro:

Compuesto	Fórmula Química	Color
Óxido férrico (hematita)	Fe_2O_3	Rojo
Óxido férrico hidratado (limonita)	$2\ Fe_2O_3 \cdot 3\ H_2O$	Amarillo
Óxido ferroso	$Fe\ O$	Gris verdoso o azulado

Como consecuencia, el drenaje de los suelos se puede estimar en el campo en base a los colores que presentan, especialmente en sus capas inferiores.

TEXTURA

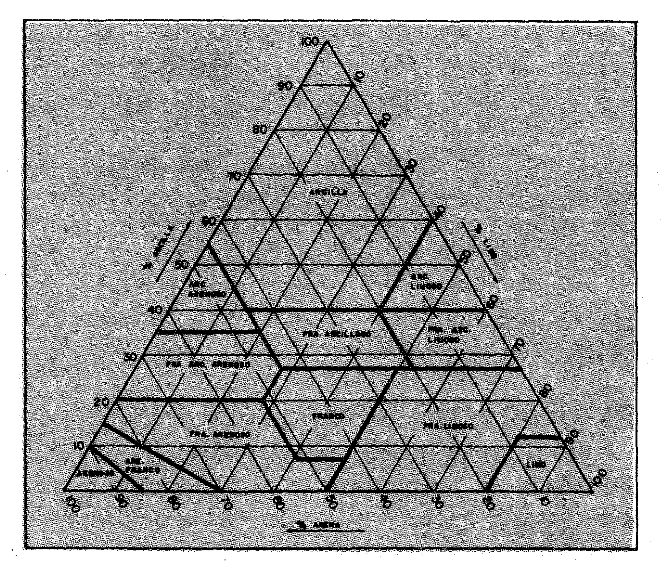
Las partículas que componen la materia mineral del suelo se agrupan según su tamaño en tres fracciones: arena, limo y arcilla.

Fracción	Diámetro de partículas (mm)
Arena	2 - 0.05
Limo	0.05 - 0.002
Arcilla	menos de 0.002

Las proporciones relativas de cada una de las tres fracciones determinan la textura del suelo. En la práctica las texturas se agrupan en clases texturales mediante un diagrama triangular.

Los suelos con contenidos relativamente altos de arena se denominan suelos livianos, mientras que aquellos que contienen un alto porcentaje de arcilla se conocen como suelos pesados.

Diagrama de clases texturales.



La textura influye sobre varias propiedades importantes del suelo, como se ilustra esquemáticamente en el cuadro siguiente.

Propiedades del suelo	Suelos pesados	Suelos livianos
Infiltración	Baja	Alta
Capacidad de retención de agua	Alta	Baja
Permeabilidad	Baja	Alta
Drenaje	Pobre	Bueno
Aereación	Pobre	Buena
Fertilidad	Alta	Baja
Aptitud de laboreo	Pobre	Buena

En la determinación de la textura del suelo no se consideran las gravas o piedras cuyo tamaño es mayor que la fracción arena, aunque su presencia no puede ignorarse cuando son abundantes. En tal caso el nombre de la clase textural se modifica con el adjetivo conveniente (gravilloso, pedregoso).

ESTRUCTURA

Las partículas minerales asociadas con la materia orgánica forman agregados que constituyen la estructura del suelo.

Al caracterizar la estructura se tienen en cuenta tres atributos de la misma: tipo, clase y grado.

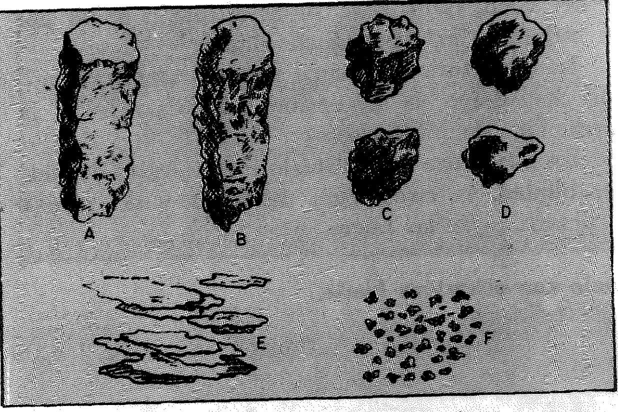
El tipo hace referencia a la forma de los agregados. Se reconocen cuatro tipos de estructura:

1) *Granular*. Agregados pequeños cuyas caras curvas o muy irregulares no se acomodan a las caras de los agregados vecinos.

2) *Bloques*. Agregados de forma irregular con dimensiones horizontales y verticales similares, de caras planas o curvas que se ajustan perfectamente con las caras de los agregados vecinos.

3) *Prismática*. Agregados alargados verticalmente con caras laterales planas y con la cara superior plana (estructura prismática propia) o redondeada (estructura columnar).

4) *Laminar*. Agregados con las dimensiones horizontales sensiblemente mayores que las verticales.



Tipos de estructura: A-prismatica, B-columnar, C-bloques angulares, D-bloques subangulares, E-laminar, F-granular

La clase se refiere al tamaño de los agregados; se reconocen cinco clases, cuyos límites varían según el tipo de estructura.

El grado se refiere a la proporción entre material agregado y no agregado o sea al grado de expresión de la estructura; se habla por lo tanto de estructura débil, moderada y fuerte.

Hay suelos en que no se distinguen agregados y se denominan sin estructura; se subdividen en *masivos* si el material es coherente, o de *grano simple* si no lo es (arenas).

Las estructuras más comunes en la capa superior del suelo son la granular y la de bloques mientras que en el subsuelo predominan la prismática y la de bloques.

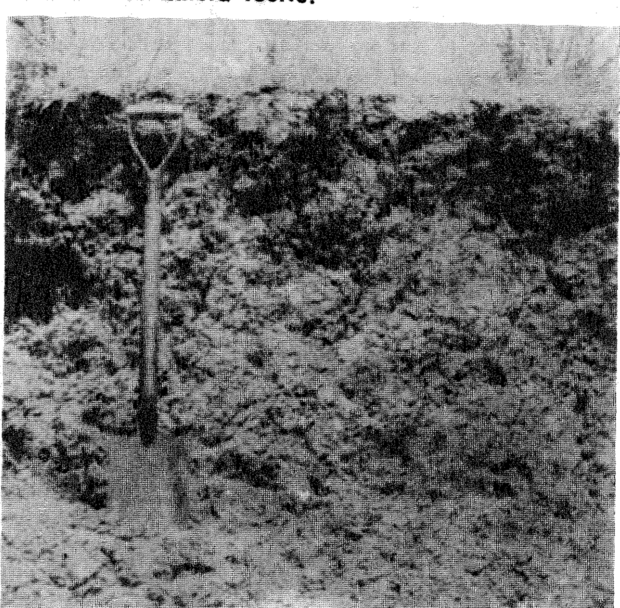
El grado de estructura es por lo general tanto más fuerte cuanto mayor es el contenido de arcilla y de materia orgánica, ya que estas sustancias son las que aglomeran o cementan las partículas individuales.

La estructura es una propiedad muy importante del suelo, tanto para su clasificación como por su influencia en la productividad.

La estructura de la capa superior afecta la aptitud de laboreo, la susceptibilidad a la erosión, la aireación y la infiltración.

La estructura del subsuelo influye sobre la permeabilidad, la circulación del agua y del aire y el desarrollo de las raíces.

Suelo con estructura fuerte.



CONSISTENCIA

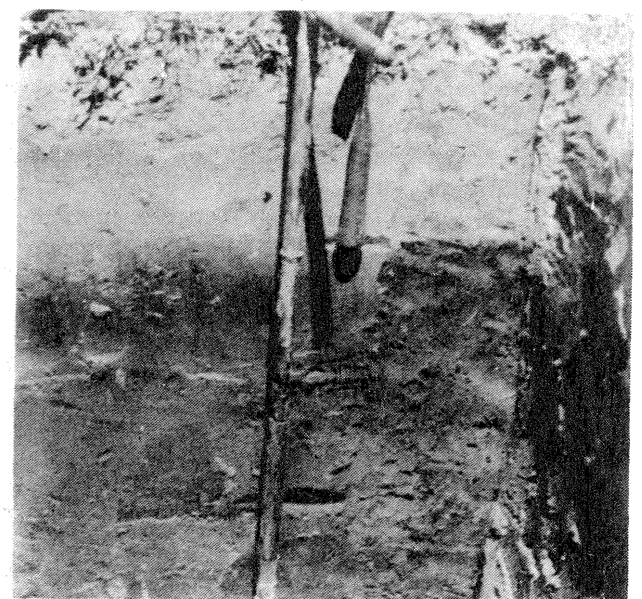
La consistencia del suelo se refiere a la energía y naturaleza de las fuerzas de cohesión y adhesión que mantienen unidas a las partículas que forman los agregados estructurales.

La consistencia del suelo varía según su contenido de humedad y se determina con el suelo mojado, húmedo y seco. Con el suelo mojado se aprecia su grado de plasticidad y pegajosidad, estando húmedo se determina su friabilidad y en seco su dureza.

POROSIDAD

La magnitud del espacio poroso del suelo depende de la forma en que están agrupadas las partículas. Tiende a ser menor en los suelos arenosos y en los compactados y mayor en los suelos bien agregados y con alto contenido de materia orgánica.

Suelo con estructura débil.



Como consecuencia de la porosidad el peso por unidad de volumen de suelo (*densidad aparente*) es menor que la *densidad real* de las partículas. Para la mayoría de los suelos la *densidad real,* es un valor constante, aproximadamente 2.65, que corresponde a la densidad de la mayoría de los componentes de la fracción sólida. La *densidad aparente,* en cambio, oscila en la mayoría de los suelos entre 1.2 y 1.7 según la magnitud del espacio poroso.

Los poros del suelo se pueden dividir en dos categorías, *capilares* y *no capilares,* según sean o no capaces de retener el agua contra la fuerza de la gravedad.

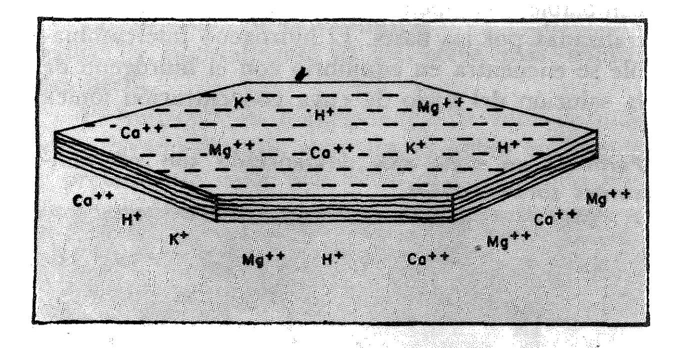
Los poros *no-capilares* son fundamentales para la aireación y el drenaje de los excesos de agua mientras que los poros capilares permiten la retención y almacenamiento del agua que será utilizada por las plantas.

PROPIEDADES QUIMICAS DEL SUELO

Del punto de vista químico, los materiales del suelo se pueden clasificar en inorgánicos y orgánicos. La fracción inorgánica está constituida por alúminosilicatos, óxidos y sales de divesos tipos.

La fracción orgánica está integrada por compuestos complejos de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y otros elementos.

La fracción mineral presenta una composición y actividad química variable según el tamaño de sus partículas. La arena y el limo, están fundamentalmente constituidos por cuarzo y en menor proporción feldespatos, micas y otros silicatos. Su actividad química en corto plazo es casi nula, pero se descomponen lentamente liberando sus elementos constituyentes. La arcilla está constituida por silicatos de estructura foliácea semejante a las micas. Se caracterizan por presentar propiedades coloidales. Las partículas individuales, extremadamente pequeñas, presentan una gran superficie por unidad de volumen y poseen cargas eléctricas; predominan las negativas.



Esquema de una partícula de arcilla con sus cargas negativas y cationes retenidos eléctricamente.

El humus también presenta propiedades coloidales aun en mayor grado que la arcilla, a la que se encuentra íntimamente asociado; forma lo que se llama el *complejo arcilla-humus.* Las cargas eléctricas del *complejo arcilla-humus* permiten la retención de iones de signo contrario, generalmente cationes. Estos cationes están en equilibrio con los de la solución del suelo con los que se pueden intercambiar. Cuando aumenta la concentración de un catión en la solución, por ejemplo al agregar un fertilizante, el catión agregado desplaza una parte de los otros cationes retenidos por el coloide, que a su vez pasan a la solución.

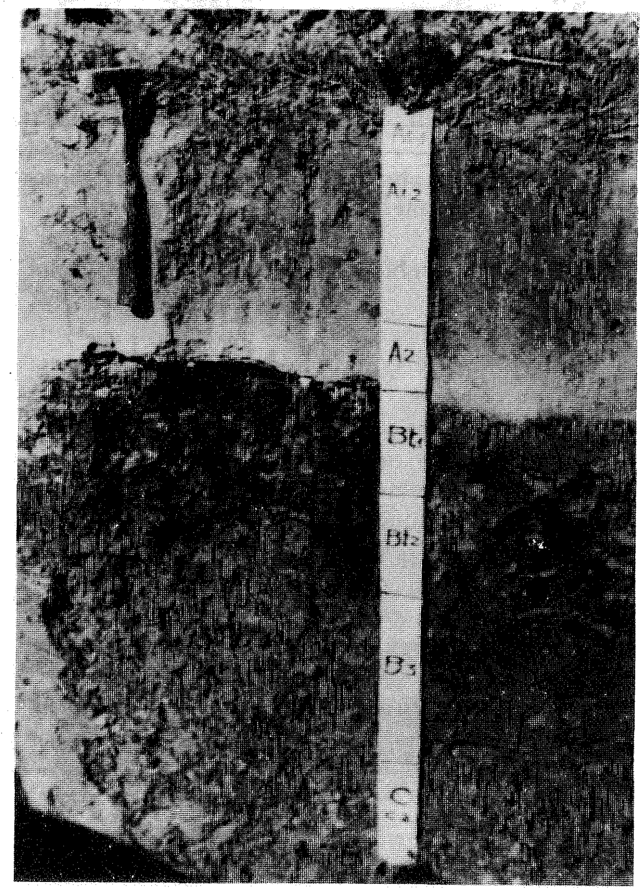
La cantidad total de cationes que puede retener el suelo constituye su *capacidad de intercambio,* que se expresa en miliequivalentes por 100 gramos de suelo.

Los cationes intercambiables generalmente presentes en el suelo, son calcio, magnesio, sodio y potasio, genéricamente denominados bases.

La cantidad de bases intercambiables expresada en porcentaje de la capacidad de intercambio catiónico del suelo, se denomina *porcentaje de saturación de bases.*

El hidrógeno también aparece en forma intercambiable y compensa las cargas negativas no neutralizadas por las bases. El hidrógeno intercambiable se encuentra en equilibrio con el hidrógeno de la solución del suelo de cuya concentración iónica

Perfil de un suelo muy diferenciado con sus horizontes característicos.



depende su acidez. Ésta se expresa por medio del pH, cuyo valor está dado por el cologaritmo de la concentración de iones hidrógeno en la solución. La escala de pH abarca de 0 a 14, pero en los suelos de regiones húmedas los valores oscilan normalmente entre 4.5 y 7; valores superiores son comunes en los suelos de regiones áridas.

MORFOLOGIA DEL SUELO

Como se dijo anteriormente, el suelo está constituido por una serie de capas aproximadamente paralelas a la superficie. La sucesión de estas capas, llamadas *horizontes,* desde la superficie hasta el material geológico que dio origen al suelo, constituyen el perfil del suelo. Los diferentes suelos se individualizan en base a las características de sus perfiles.

PROPIEDADES Y NOMENCLATURA DE LOS HORIZONTES DEL PERFIL

Los diversos horizontes de un perfil determinado, difieren entre sí en una o más propiedades tales como color, textura, estructura, consistencia y reacción o pH.

El espesor de los horizontes puede ser muy variable pero generalmente oscila, especialmente en el Uruguay, entre diez y cincuenta centímetros. Las transiciones entre horizontes pueden ser tanto abruptas como graduales.

En condiciones naturales los suelos bien desarrollados presentan tres horizontes principales denominados con las letras A, B y C. Los suelos poco desarrollados carecen normalmente de horizonte B y se dice que tienen un perfil AC. La erosión puede llegar a destruir el horizonte A y aun el B; se originan, entonces, perfiles truncados.

En conjunto, los horizontes A y B constituyen el solum, la parte principal del perfil, especialmente desde el punto de vista de la agricultura. Ellos son el resultado directo de los procesos de formación del suelo.

En las descripciones morfológicas de perfiles los tres horizontes principales pueden subdividirse. Las subdivisiones se indican mediante números: A_1, A_2, A_3; B_1, B_2, B_3; C_1, C_2 y son fundamentales para comprender la evolución anterior del suelo, así como para extraer conclusiones acerca de las posibilidades y limitaciones en su uso y manejo.

EL HORIZONTE A

En condiciones normales, el horizonte A constituye la capa superior del suelo. En él la actividad biológica alcanza su máximo desarrollo en todas sus formas: raíces, microorganismos y pequeños animales. En consecuencia, presenta el contenido de materia orgánica más elevado del perfil. Su estructura es granular o de bloques pequeños.

El agua de lluvia que pasa a través del horizonte A, hacia la profundidad del perfil, arrastra consigo sales solubles, arcilla y a veces óxidos de hierro, por lo que este horizonte se encuentra frecuentemente empobrecido en esos componentes.

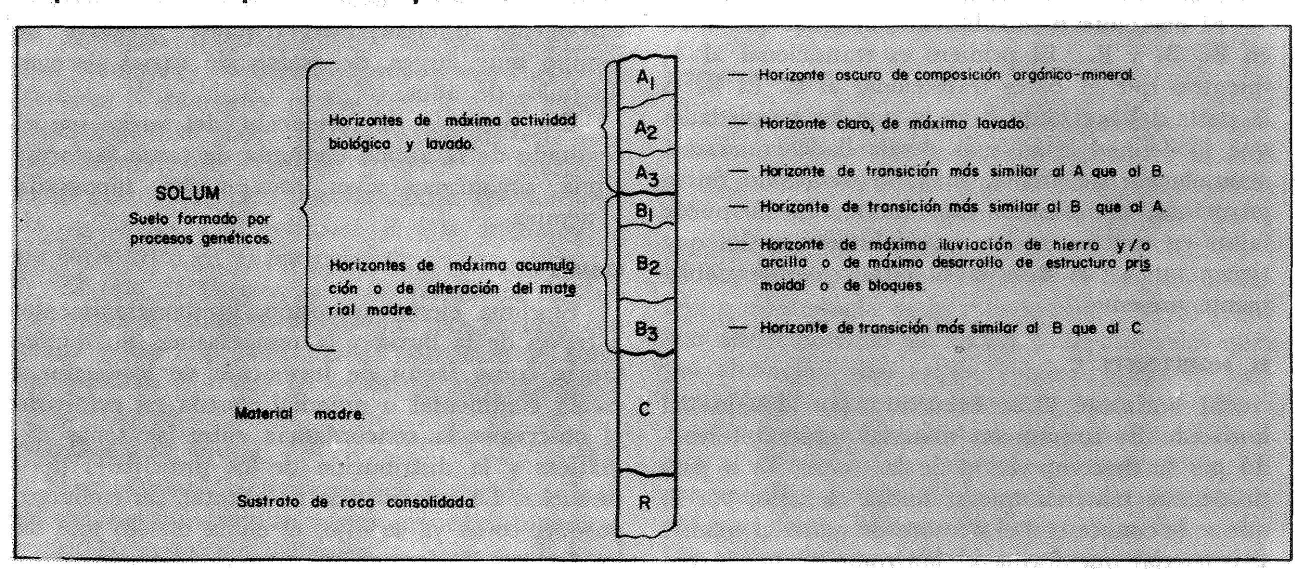
Dentro del horizonte A pueden distinguirse varias subdivisiones, con características diferentes: A_1, A_2, A_3.

El horizonte A_1 es el más rico en materia orgánica y normalmente el de color más oscuro del perfil.

El horizonte A_2 corresponde a la zona de máximo lavado de sales y arcilla, es pobre en humus y presenta un color más claro que los demás horizontes. Directamente por debajo de él aparece normalmente un horizonte B poco permeable que impide el pasaje del agua por lo que el horizonte A_2 permanece saturado durante ciertos períodos.

El horizonte A_3 es una capa de transición entre

Representación esquemática del perfil de un suelo ideal.



los horizontes A y B, más parecido al A que al B.

En las condiciones del Uruguay, estos tres horizontes (A_1, A_2, A_3) no ocurren a la vez en un mismo perfil. Los suelos con A_2 carecen de A_3 y viceversa; frecuentemente el A_2 y el A_3 están ausentes.

EL HORIZONTE B

El horizonte B se encuentra debajo del horizonte A por lo que se le llama *subsuelo* o *subsuperficial*. Generalmente está enriquecido en arcilla y óxidos de hierro que han sido lavados del horizonte A; en su parte inferior puede existir una acumulación de carbonato de calcio.

La actividad biológica y el contenido de materia orgánica son menores que en el horizonte A. El color es más variable, pudiendo presentar diversas tonalidades de negro, pardo, gris, amarillo o rojo. Las estructuras más frecuentes son la prismática y la de bloque grandes, lo que lo hace duro y de permeabilidad lenta.

El horizonte B se subdivide, al igual que el A, en B_1, B_2 y B_3. El primero es transicional al A, mientras que el B_3 es transicional al C. El B_2 es la parte del horizonte B en la que las propiedades que lo definen están más desarrolladas: máxima acumulación de arcilla, máximo desarrollo de la estructura, consistencia más fuerte. El B_1 puede faltar en muchos suelos, especialmente en los que tienen un A_2; el B_2 y el B_3 están casi invariablemente presentes.

EL HORIZONTE C

El horizonte C se encuentra por debajo del horizonte B; consiste en material mineral formado por la descomposición de las rocas. Es a partir de este material que se forma el suelo, por lo que se le conoce con el nombre de material madre. El material que forma el horizonte C puede haberse originado por la alteración de las rocas situadas debajo o haber sido transportado por diversos agentes (agua, viento, hielo).

El horizonte C es de colores más claros que los horizontes A y B; su contenido de arcilla es menor que el del horizonte B y la estructura es generalmente similar a la de este último pero más débil.

Frecuentemente en el horizonte C se encuentran acumulaciones de carbonato de calcio en forma pulverulenta o como nódulos más o menos duros. Si debajo del horizonte C aparece un sustrato rocoso duro, se le identifica con la letra R.

FACTORES DE FORMACION DE LOS SUELOS

La formación de los suelos y su diferenciación en horizontes son el resultado de procesos complejos y en su mayoría muy lentos. Salvo raras excepciones, la formación de suelos profundos con perfil bien desarrollado, es decir con horizontes claramente diferenciados, requiere períodos de tiempo muy largos, del orden de varias decenas de miles de años.

Los procesos de formación del suelo son el resultado de la acción conjunta de cinco factores: clima, organismos vivos, roca madre, topografía y tiempo.

CLIMA

El clima ejerce su acción, fundamentalmente, a través de la lluvia y la temperatura. Su importancia como factor de formación de los suelos a escala continental o mundial, queda en evidencia al observarse la concordancia entre las zonas climáticas y la distribución de los principales tipos de suelos. La coincidencia no es total, sin embargo, porque, como ya se dijo, el clima es sólo uno de los factores de formación y no el único.

La acción del clima se manifiesta a través de varios procesos: meteorización de las rocas, lavado y transporte de sustancias solubles y coloidales a través del perfil y control del tipo de vegetación y de sus productos de descomposición.

El grado y velocidad de la meteorización de las rocas están controlados por la humedad y la temperatura, lo que determina, al menos en parte, la naturaleza del material madre del suelo. La descomposición de los minerales prosigue aun después de formado el suelo.

Lluvias abundantes y temperaturas elevadas favorecen una intensa y rápida descomposición de las rocas y minerales con la consiguiente liberación de sus elementos constituyentes y la formación de nuevos minerales en equilibrio con las condiciones ambientales.

En zonas áridas o frías hay un déficit de humedad o temperatura respectivamente; la alteración de los minerales originales es, entonces, más lenta y la formación de nuevos minerales más restringida.

El agua que se infiltra transporta sustancias solubles y coloidales a través del suelo, las deposita a diferentes profundidades o las elimina totalmente del perfil. La intensidad de este proceso depende del volumen total de la precipitación. Como ejemplos pueden citarse el transporte de arcilla hacia el horizonte B y la acumulación de carbonatos en el horizonte C.

El tipo de vegetación y sus productos de descomposición están estrechamente relacionados con el clima. Su importancia en la formación del suelo se considera al tratar la acción de los organismos vivos.

ORGANISMOS VIVOS

Las plantas, microorganismos y ciertos animales son responsables de varios procesos importantes en la formación del suelo.

Los restos de los vegetales —pastos y árboles— son el origen de la materia orgánica. El tipo de residuo aportado y la forma de incorporación dependen de la naturaleza de las plantas.

Los pastos dan residuos ricos en elementos nutritivos que se mezclan íntimamente con el suelo, ya que las raíces forman el mayor aporte. Los árboles, por el contrario, aportan restos orgánicos ácidos, más pobres en elementos nutritivos y que se depositan en su mayor parte sobre el suelo en forma de hojas y tallos.

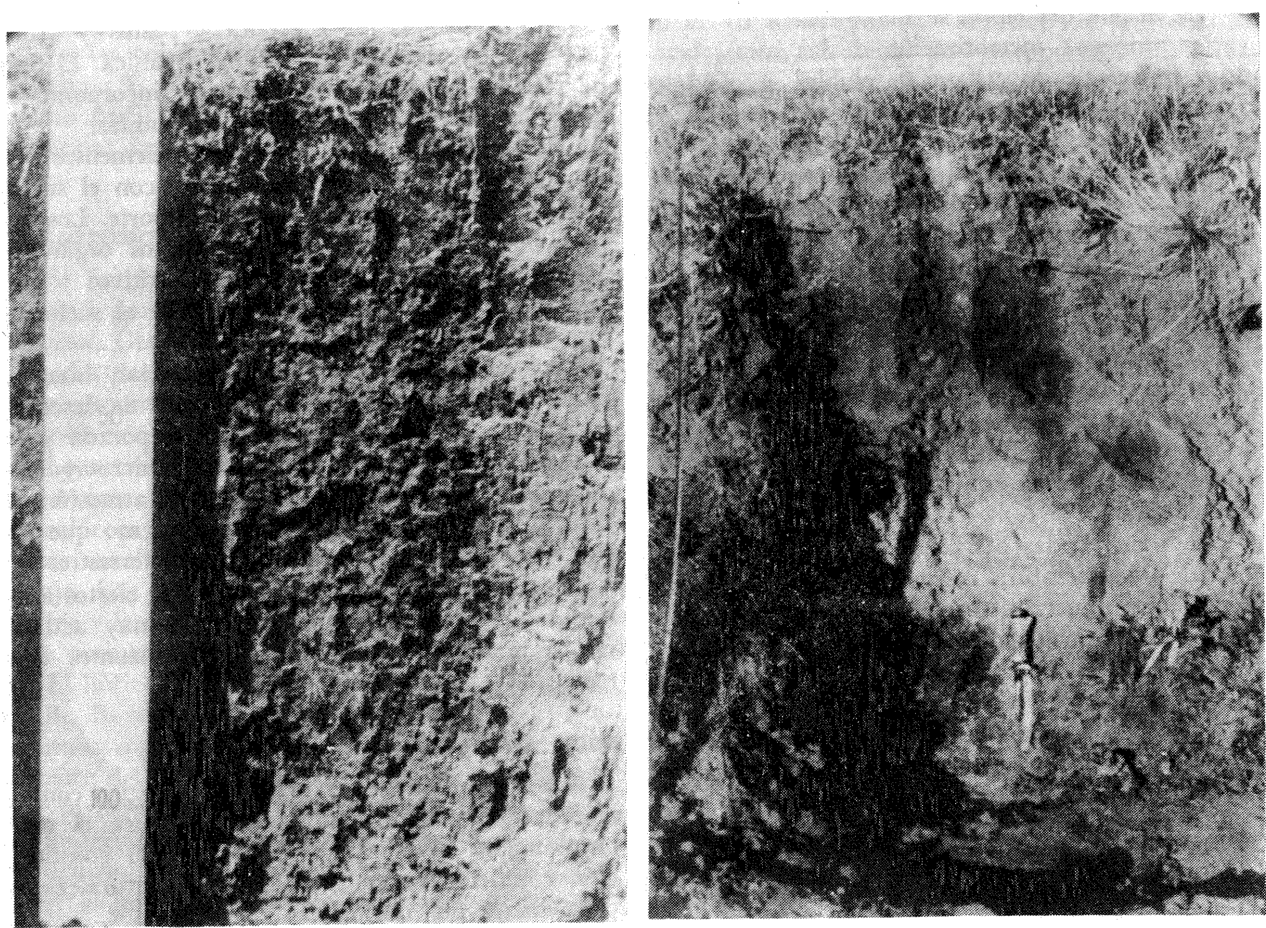
Los organismos menores —bacterias, hongos, etc.— son responsables de los procesos de descomposición de la materia orgánica incorporada y la síntesis del humus. Además, ciertos microorganismos son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico. Ésta es la única fuente de dicho elemento que no existe en ninguna roca de la corteza terrestre.

Finalmente cabe citar la acción de ciertos animales —lombrices, hormigas, etc.— muy activos en la mezcla mecánica de unos horizontes con otros.

ROCA MADRE

La roca madre es el material geológico consolidado que, por descomposición, produce el material madre del suelo. Por lo tanto su constitución condicionará en gran parte la naturaleza y propiedades del mismo.

La textura del suelo depende de la granulometría y mineralogía de la roca madre. Así, las rocas con alto contenido de arcilla o de minerales que, por alteración, dan arcilla, originan suelos de textura pesada. Por otro lado, las rocas muy cuarzosas originan suelos de texturas arenosas debido a que el cuarzo es un mineral casi inalterable. La composición química de la roca madre determina, en gran parte, la composición química del suelo. Los materiales muy silíceos y pobres en bases dan



Influencia de la roca madre en el desarrollo del suelo. Izq.: Suelo derivado de limos arcillosos calcáreos. Der.: Suelo derivado de areniscas silíceas ácidas.

suelos de fertilidad baja, mientras que aquellos ricos en minerales tales como los ferromagnesianos, feldespatos y carbonato de calcio y magnesio originan suelos de mayor fertilidad por su alto contenido de bases.

La velocidad de formación del suelo depende, en cierta medida, de la alterabilidad de la roca madre. La formación del suelo a partir de rocas sedimentarias es más rápida que a partir de rocas ígneas y metamórficas debido a la mayor resistencia de estas últimas a la meteorización.

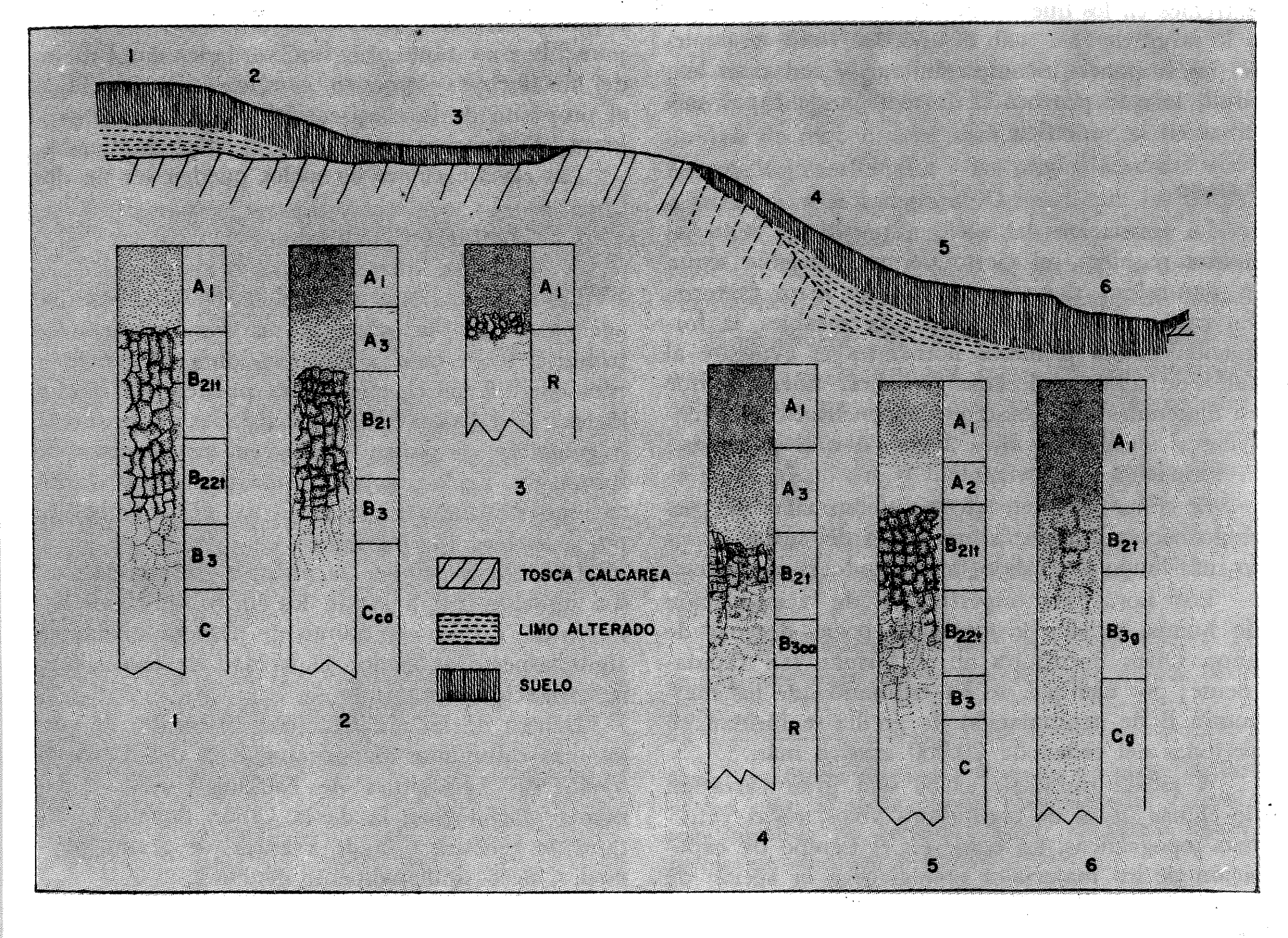
En zonas de clima y vegetación similares, como las de Uruguay, la naturaleza de los suelos está altamente determinada por el tipo de roca madre.

TOPOGRAFIA

La topografía controla el escurrimiento superficial del agua y el drenaje del suelo. En laderas de pendientes pronunciadas, el escurrimiento del agua de lluvia es alto por lo que la infiltración es reducida. Como consecuencia, la erosión geológica es alta, mientras que el lavado y transporte de sustancias a través del perfil son restringidos. En estas condiciones los suelos son poco profundos y con horizontes débilmente diferenciados.

En zonas suavemente onduladas, como la mayor parte del territorio uruguayo, los suelos son más profundos y sus horizontes bien diferenciados. El horizonte B es por lo común de textura más

Esquema de la relación de los suelos con la topografía y la roca madre.



pesada que el A, dado que en este caso el volumen de agua que se infiltra en el suelo, es suficiente como para transportar una cantidad apreciable de arcilla.

En zonas bajas, el drenaje es pobre; la napa freática se encuentra próxima a la superficie, lo que se traduce en un contenido elevado de materia orgánica en las capas superiores y en la existencia de colores grises en los horizontes inferiores, permanentemente saturados de agua. En casos extremos en los que el suelo está cubierto por agua a lo largo de casi todo el año, los restos vegetales se descomponen incompletamente y con gran lentitud, lo que provoca la formación de capas turbosas en la superficie.

TIEMPO

La formación del suelo a partir del material madre requiere un cierto tiempo, variable según la naturaleza e intensidad de los otros factores. En ciertos materiales sueltos y permeables, la formación de los primeros horizontes es evidente al cabo de algunas decenas de años, mientras que en materiales más resistentes deben transcurrir centenares o miles de años antes de que se observe la formación de horizontes.

El clima también afecta la duración del período necesario para la formación del suelo; cuanto más lluvioso y cálido, más rápido es el proceso.

Los horizontes superficiales de acumulación de humus pueden formarse en pocas decenas de años. Otros horizontes no se forman tan rápidamente; por ejemplo, se ha estimado que los horizontes B de acumulación de arcilla se forman en períodos del orden de 20.000 años o más.

A escala mundial, existe una gran variación de climas, tipos de organismos vivos, rocas y formas topográficas, así como en el tiempo de exposición de los materiales geológicos a la acción de los procesos de formación del suelo. Por otra parte, es casi infinito el número de combinaciones de las variaciones de cada factor individual, lo que trae como consecuencia una gran diversidad de suelos, ya que cada uno es el resultado de una combinación única de factores.

CLASIFICACION DE LOS SUELOS

Las clasificaciones son ordenamientos más o menos artificiales creados por el hombre para sistematizar el conocimiento de un conjunto de objetos. Por lo tanto, no son verdades susceptibles de descubrirse y pueden cambiar si se modifica el propósito de la clasificación a medida que progresa el conocimiento de los objetos clasificados.

Las clasificaciones de suelos pueden ser de dos tipos:

1. Científicas o naturales y
2. Técnicas, interpretativas o artificiales.

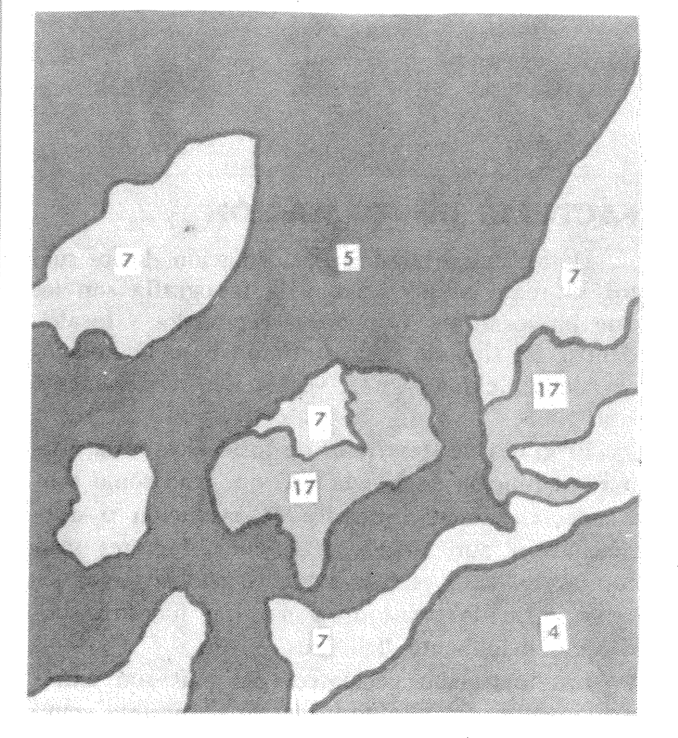
Las *clasificaciones naturales,* son aquellas que agrupan a los suelos según sus características intrínsecas o en base a sus relaciones en origen y evolución. Estas clasificaciones pueden ser morfológicas, si se basan en las propiedades de los suelos, o genéticas, si ponen énfasis en los procesos de formación. En la práctica, la mayoría de las clasificaciones naturales son intermedias entre ambos tipos (sistemas morfogenéticos).

Las *clasificaciones técnicas o interpretativas,* son aquellas que agrupan los suelos en clases homogéneas que se comportan de manera similar en algún aspecto aplicado: capacidad de uso agrícola, irrigación, etc.

Dentro de las clasificaciones naturales de suelos más difundidas puede citarse la del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, netamente morfológica, la de la Unión Soviética, netamente genética y la de Francia, de grado intermedio, pero principalmente genética.

Históricamente han existido también sistemas de clasificación basados en el clima, la geología o las propiedades químicas de los suelos, así como una gran diversidad de sistemas morfogenéticos.

Las clasificaciones naturales agrupan los suelos en diferentes categorías de la misma manera que las clasificaciones de vegetales y animales. Las categorías altas son poco numerosas y toman en cuenta sólo unas pocas propiedades consideradas fundamentales. Las categorías inferiores, por el contrario, son más numerosas y consideran una mayor cantidad de propiedades. Al ir de las categorías inferiores a las superiores, aumenta el grado de generalización y las clases resultantes son cada vez menos homogéneas.



CARTOGRAFIA DE SUELOS

Cuando se desea clasificar los suelos de una región, debe disponerse de un inventario de los mismos que indique no sólo cuántos suelos existen en ella y qué propiedades poseen, sino también cómo aparecen asociados en el paisaje. Esto último es fundamental para poder comprender qué relaciones existen entre ellos y cómo han influido en su evolución los factores de formación.

Toda esta información se obtiene de los mapas o cartas básicas de suelos que muestran su distribución geográfica en el área en estudio. Cada unidad de mapeo debe caracterizarse mediante la descripción morfológica y las propiedades del suelo o suelos que la integran. Al igual que los mapas geográficos, los mapas de suelos pueden elaborarse con diferentes grados de detalle, lo que a su vez requiere el uso de distintas unidades de mapeo.

Normalmente, la elaboración de un mapa esquemático es la primera etapa en la cartografía de suelos de un área inexplorada; en etapas sucesivas se preparan mapas más detallados. Cuando se desea planificar el uso del suelo a escala nacional, la información suministrada por los mapas de reconocimiento, eventualmente complementada por mapas semidetallados de áreas piloto, es suficiente.

La planificación de predios individuales o de grupos pequeños de predios requiere mapas detallados.

Mapa detallado de suelos. 4: suelo de loma, de fertilidad alta; 5: suelo aluvial muy húmedo; 7: suelo muy alcalino de fertilidad baja; 17: suelo ligeramente alcalino de fertilidad media.

SUELOS DEL URUGUAY

El Uruguay, a pesar de su reducida extensión territorial, presenta una amplia gama de tipos de suelos debido principalmente a la variabilidad de los materiales geológicos y del relieve.

Las diferencias climáticas dentro del país, a pesar de su escasa magnitud, han jugado un papel seguramente importante aunque no bien conocido.

En términos generales, los suelos del Uruguay tienen una serie de características comunes. La profundidad total oscila entre 60 y 120 cm. si se excluyen los suelos de las zonas serranas y rocosas. El horizonte B se presenta normalmente como un horizonte de acumulación de arcilla y los colores oscuros son dominantes en todo el solum.

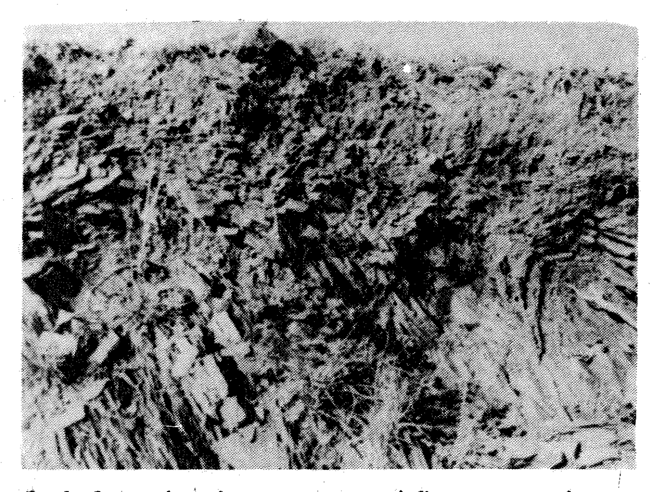
El porcentaje de saturación de bases es generalmente alto y con tendencia a aumentar en profundidad.

FACTORES DE FORMACION

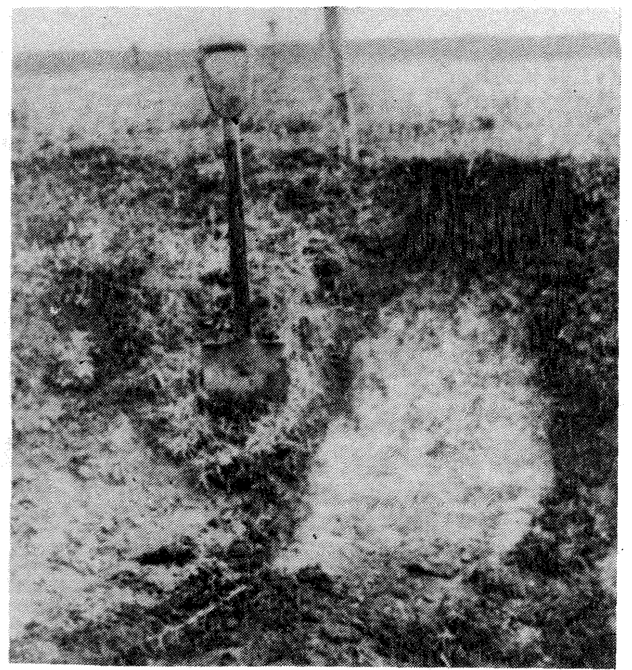
De los cinco factores de formación de los suelos, el material geológico y la topografía son los que provocan las variaciones regionales y locales, dentro del tipo de suelo formado bajo la influencia de un clima y una vegetación relativamente constantes.

El grado de desarrollo de los suelos varía además en función de su edad, lo que trae como consecuencia diferentes estados de evolución o diferenciación, aun cuando los demás factores sean constantes. Esto es más evidente en los suelos jóvenes, formados sobre aluviones, que muestran horizontes débilmente definidos.

Los materiales geológicos del país son extremadamente variables, tanto en su naturaleza como



Suelo formado sobre roca metamórfica muy esquistosa.



Suelo formado sobre roca sedimentaria estratificada.

en su edad. Del punto de vista de la formación del suelo, las características más importantes son las que tienen que ver con su naturaleza, tales como composición química y mineralógica, textura y estructura. La edad geológica no tiene importancia, ya que rocas muy antiguas pueden originar suelos muy jóvenes, por haber estado expuestas a la acción de los factores bioclimáticos durante un tiempo muy corto o por estar sometidas a una erosión geológica intensa.

En lo referente a la naturaleza de los materiales existen rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias.

Las rocas ígneas pueden ser tanto ácidas como básicas; entre las primeras, granitos y riolitas y entre las segundas los basaltos. La gama de rocas metamórficas es muy amplia, y se pueden destacar gneisses, micaesquistos, filitas, cuarcitas y calizas.

Dentro del grupo de rocas sedimentarias existe una amplia variación en la textura (areniscas, siltitas y lutitas), en la naturaleza del cemento (arcilla, carbonato de calcio, óxido de hierro y sílice) y en el grado de consolidación que puede variar desde muy fuerte, como en las areniscas silicificadas, hasta muy débil como en los depósitos modernos.

El relieve del Uruguay es en su mayor parte ondulado suave; dominan las altitudes menores de 300 metros. Esta topografía favorece una infiltración suficiente como para permitir la formación de suelos bien diferenciados. Algunas áreas, sin embargo, son fuertemente onduladas o quebradas (zonas serranas) mientras que otras, por el contrario, son planas y con drenaje superficial muy lento tal como la planicie de la Laguna Merín.

El clima es mesotérmico subhúmedo, la temperatura media anual varía entre 16 grados centígrados en el sur y 22 en el norte; la precipitación



Zona de topografía suavemente ondulada.



Área serrana de topografía quebrada.



Paisaje de llanura sobre sedimentos recientes.

anual fluctúa entre 1000 y 1300 milímetros, homogéneamente distribuida en las cuatro estaciones. No obstante esto último, existe un período con déficit de humedad debido a la alta evapotranspiración estival y otro período con exceso de humedad en el otoño e invierno. De la observación de los datos meteorológicos surge una clara tendencia del clima a hacerse más húmedo de oeste a este.

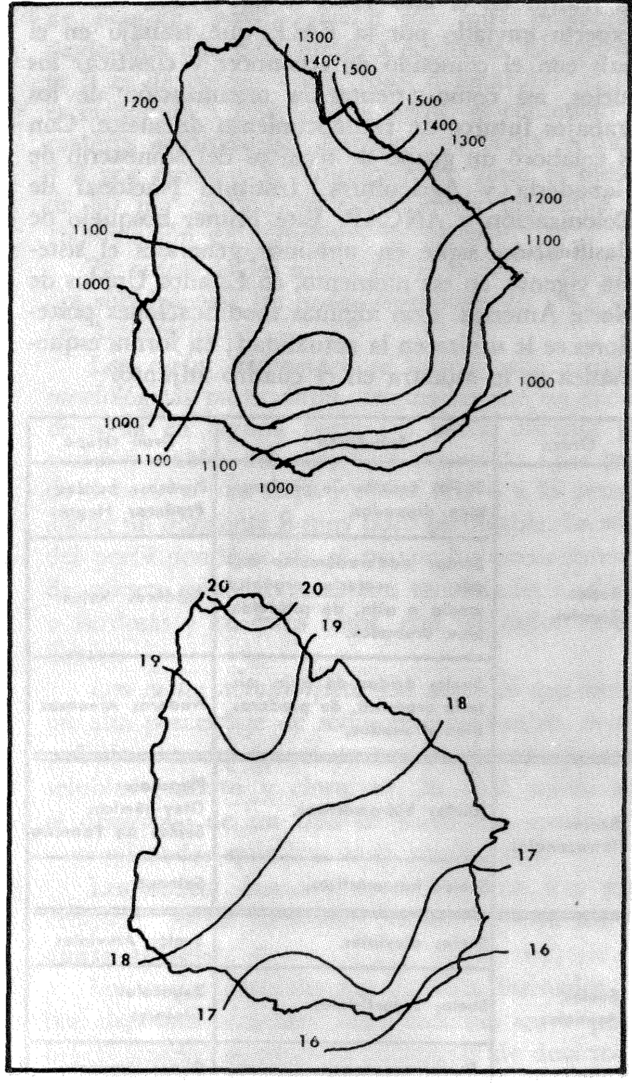
La vegetación, en todo el país, es herbácea, salvo en las márgenes de los cursos de agua y en algunas zonas serranas donde aparecen formaciones boscosas. Las planicies bajas de drenaje impedido, presentan una vegetación adaptada al exceso de humedad: pajonales, camalotes, grama de bañado, etc. Por último, se puede citar como formaciones particulares, los palmares de Rocha, Quebracho, etc. y los algarrobales de ciertas zonas del litoral oeste. Pese a estas diferencias, la naturaleza y distribución de la materia orgánica en los suelos, son las características de aquellos desarrollados bajo pradera, con la excepción de las zonas de bañados donde el exceso de humedad favorece la acumulación de turba.

El tiempo de formación de los suelos en términos generales, ha sido lo suficientemente prolongado como para permitir un grado avanzado de desarrollo de horizontes. En algunos casos, sin embargo, debido a la topografía quebrada, existen suelos muy jóvenes ya que la erosión geológica los renueva constantemente.

Otros suelos, en los cuales el tiempo no ha sido suficiente como para permitir el desarrollo completo de horizontes, son aquellos formados sobre sedimentos de deposición reciente.

CLASIFICACION DE LOS SUELOS

El esquema actual de clasificación de los suelos del Uruguay responde al tipo de clasificación natural morfogenética. La primera aproximación



ARRIBA: Distribución de la precipitación media anual, en mm. ABAJO: distribución de la temperatura media anual, en grados C.

la realizó en el año 1968 el Dr. Frank Riecken, experto enviado por la FAO, que trabajó en el país con el cometido de reconocer y clasificar los suelos, así como orientar la organización de los trabajos futuros de reconocimiento de suelos. Con él colaboró un grupo de técnicos del Ministerio de Ganadería y Agricultura, Instituto Nacional de Colonización y ANCAP. Este primer bosquejo de clasificación sigue en términos generales el sistema vigente, en ese momento, en Estados Unidos de Norte América. Con algunas modificaciones posteriores se le utiliza en la actualidad; en forma esquemática se le muestra en el cuadro adjunto.

Orden	Sub-orden	Gran Grupo
Suelos Zonales	Suelos oscuros de praderas, bien drenados.	Praderas pardas Praderas Negras
	Suelos moderadamente ácidos, de materia orgánica media a alta, de praderas, bien drenados.	Praderas Rojas
	Suelos ácidos de baja materia orgánica, de praderas, bien drenados.	Praderas Arenosas
Suelos Intrazonales	Suelos hidromórficos.	Planosoles Gley-húmicos Suelos de Pantano
	Suelos halomórficos.	Solonetz
Suelos Azonales	Suelos aluviales.	Suelos Aluviales
	Suelos superficiales.	Regosoles Litosoles
	Dunas arenosas.	Dunas Arenosas

Como se puede apreciar, este esquema de clasificación tiene tres categorías: Orden, Sub-orden y Gran Grupo.

ORDEN

Los suelos se agrupan en *Zonales, Intrazonales* y *Azonales;* los dos primeros son fundamentalmente genéticos, mientras que el último es morfológico.

Los suelos *Zonales* son aquellos que tienen un perfil bien desarrollado que refleja la influencia de los factores activos de formación de suelos, fundamentalmente el clima y los organismos vivos, cuando han actuado durante un tiempo suficientemente prolongado. Se forman en áreas de topografía suavemente ondulada, con drenaje bueno y sobre materiales madres sin características extremas en composición química o en textura.

Los suelos Zonales se consideran suelos maduros, por haber desarrollado un perfil en equilibrio con los factores de formación, en especial los bioclimáticos. En estas condiciones los suelos de una zona dada tienen caracteres comunes, aun sobre materiales madres distintos.

Los suelos Zonales del Uruguay tienen una o más de las siguientes características: un solum (A-B) de más de 50 centímetros, un horizonte B de acumulación de arcilla, colores oscuros en el solum y un horizonte de acumulación de carbonato de calcio a 80-100 centímetros de profundidad. El contenido de materia orgánica y el porcentaje de saturación de bases son variables. El primero oscila entre 1 y 10 por ciento; los valores más comunes fluctúan entre 3 y 6 por ciento. La saturación en bases del horizonte A, oscila entre 40 y 90 por ciento, siendo más frecuente los valores altos; en profundidad generalmente aumenta.

Los suelos *Intrazonales* son aquellos que en sus características reflejan la acción dominante de un factor de formación local, material madre o topografía y drenaje, sobre el efecto del clima y la vegetación.

Los suelos Intrazonales existentes en el país poseen normalmente un perfil profundo y bien desarrollado, pero difieren de los suelos zonales debido a un exceso de humedad o a un contenido muy elevado de sodio. Estas condiciones especiales imprimen a los suelos características morfológicas particulares.

Los suelos *Azonales* son aquellos que, por su juventud o por condiciones extremas en el material madre o la topografía, tienen un mínimo desarrollo del perfil. Presentan solamente un horizonte A, debajo del cual aparece el C o la roca madre.

Como se desprende de las definiciones de los tres órdenes, los Suelos Zonales e Intrazonales se caracterizan principalmente en base a factores y procesos de formación, mientras que los Azonales se definen en base al tipo y grado de desarrollo de los horizontes.

SUB-ORDEN

El orden de los suelos *Zonales* se divide en tres *sub-órdenes*. El sub-orden de los *suelos oscuros de praderas, bien drenados,* comprende los suelos de color pardo oscuro o negro, con un contenido de materia orgánica mayor de 3 por ciento, y que normalmente presentan un horizonte de acumulación de carbonato de calcio. El pH del horizonte A es superior a 5.5 y aumenta en profundidad; el horizonte C es de colores pardos. La saturación en bases es mayor de 70 por ciento y aumenta significativamente en profundidad.

Los *suelos moderadamente ácidos, de materia orgánica media a alta, de praderas, bien drenados* difieren de los anteriores en el color rojizo de los horizontes inferiores y en la ausencia de un aumento significativo del pH y la saturación de bases en profundidad. Además carecen del horizonte de acumulación de carbonato de calcio.

Los *suelos ácidos, de baja materia orgánica, de pradera, bien drenados* son muy profundos, desde algo más de 1 metro a 4 metros. El horizonte B es de colores vivos, rojos o amarillos; el pH es menor de 5.0 en todo el perfil; el contenido de materia orgánica del horizonte A oscila entre 1 y 2 por ciento y la saturación de bases es menor de 60 por ciento. No existe jamás horizonte de acumulación de carbonato de calcio.

El orden de los suelos *Intrazonales* comprende dos sub-órdenes; los *suelos hidromórficos* y los *suelos halomórficos.*

Los *suelos hidromórficos* tienen características morfológicas particulares, originadas por un exceso de agua en alguna parte del perfil durante periodos variables del año. Este exceso de agua puede deberse a una napa freática alta o a la presencia de un horizonte B muy poco permeable. La zona del perfil donde se da el mayor hidromorfismo es de colores grises, a veces con tonalidades azuladas o verdosas y en otros casos, con moteados amarillentos.

Los *suelos halomórficos* son aquellos que tienen un alto porcentaje de sodio intercambiable, acompañado a veces de un contenido elevado de sales solubles (sulfato y cloruros), lo cual condiciona el desarrollo de un tipo de suelo con morfología y propiedades químicas muy particulares.

Los suelos *Azonales* se dividen en tres sub-órdenes: *suelos aluviales, suelos superficiales* y *dunas arenosas.*

Los *suelos aluviales* son aquellos formados sobre depósitos aluviales muy recientes cuyo perfil prácticamente no muestra evidencias de desarrollo.

Los *suelos superficiales* se forman en condiciones de topografía muy quebrada, lo cual favorece una intensa erosión geológica, o sobre rocas muy resistentes a la meteorización. En ambos casos,

los suelos resultantes son muy poco profundos y presentan un perfil A-C o A-R.

Las *dunas arenosas* son las acumulaciones de arenas costeras, generalmente desprovistas de vegetación.

GRAN GRUPO

El *Gran Grupo* de suelos constituye una categoría más homogénea que las anteriores, definida más por sus características morfológicas que por su génesis. Por ello es más útil tanto al estudiar los suelos como cuerpos naturales, como al estudiarlos en su comportamiento agrícola.

Si bien es una categoría con sentido geográfico, que permite la zonificación del país, las recomendaciones sobre uso de la tierra con especificaciones concretas necesitan hacerse al nivel de categorías más bajas.

A continuación se definen y caracterizan cada uno de los Grandes Grupos del sistema de clasificación.

PRADERAS PARDAS

Las *Praderas Pardas* tienen una distribución geográfica mayor que la de cualquiera de los otros Grandes Grupos, y constituyen una alta proporción de las tierras destinadas a la agricultura. Se forman sobre muchos tipos de materiales geológicos y se caracterizan por poseer un solum que varía entre 50 y 120 centímetros de profundidad, de texturas variables, excluyendo las arenosas, color generalmente pardo oscuro y presentan a veces, acumulación de carbonato de calcio en su parte inferior.

El perfil posee una sucesión de horizontes A-B-C; varía ampliamente el grado de diferenciación textural, en función del cual varían también una serie de propiedades importantes: estructura, color, drenaje y fertilidad. En base a su grado de diferenciación las Praderas Pardas se dividen en mínimas, medias y máximas.

Las *Praderas Pardas mínimas* son de textura media a algo pesada, pudiendo presentar, o no, un horizonte B con escasa acumulación de arcilla. El color es pardo oscuro aclarando en profundidad y la estructura es granular en el horizonte A y de bloques pequeños en el B. Son suelos bien drenados y de alta fertilidad, que en conjunto ocupan un área reducida en el país.

Las *Praderas Pardas medias* son algo más profundas que las mínimas. El horizonte A es de color pardo oscuro, textura media y estructura granular media o de bloques pequeños. Hay una transición gradual al horizonte B, el cual es de textura pesada, estructura de bloques grandes con acumulación de arcilla sobre sus caras (películas de arcilla) y color similar al del horizonte A. El drenaje es moderadamente bueno y la fertilidad media a alta. Ocupan áreas importantes en muchas zonas del país.

Las *Praderas Pardas máximas* tienen un hozonte A; su estructura, fuertemente desarrollada, a liviana y estructura de bloques pequeños, débiles. La transición al horizonte B es brusca debido al alto grado de diferenciación.

Este horizonte es de textura muy pesada y color generalmente más oscuro que el del horizonte A; su estructura fuertemente desarrollada, es prismática o de bloques grandes y con abundantes películas de arcilla. Son suelos de drenaje más pobre y fertilidad más baja que los anteriores y están bastante extendidos en el país.

PRADERAS NEGRAS

Estos suelos también ocupan un área importante, aunque menor que las Praderas Pardas. El solum es de color negro, textura generalmente pesada y grado de diferenciación mínimo a medio.

La sucesión de horizontes es A-B-C, con transiciones graduales entre ellos. La estructura está fuertemente desarrollada, siendo granular gruesa en el horizonte A y de bloques en el B.

Son suelos con alto contenido de materia orgánica, generalmente mayor de 5 por ciento y con capacidad de intercambio catiónico y porcentaje de saturación de bases altos; debajo del solum hay normalmente un horizonte con acumulación de carbonato de calcio.

El drenaje es moderadamente bueno y la fertilidad alta; son suelos con alto potencial agrícola.

Las *Praderas Negras* se forman sobre materiales geológicos diversos, pero caracterizados siempre por un alto contenido de bases y de minerales ferromagnesianos.

GRUMOSOLES

Los *Grumosoles* ocupan áreas importantes en el país, sin llegar a ser tan extendidos como los grupos anteriores. Es característico su microrrelieve, tanto de montículos ("campo de tacuruses"), como de ondas ("campo de oleadas").

El primer tipo de microrrelieve consiste en pequeñas depresiones y montículos de forma irregular; se le encuentra en los Grumosoles de terrenos planos. El microrrelieve de ondas aparece en laderas y consiste de una sucesión de crestas y depresiones orientadas en la dirección de la máxima pendiente. Los "campos de oleadas" aparecen en la parte superior de las lomas, y, vista en conjunto, la distribución de las ondas se asemeja a la forma de una pluma, en la que aquéllas equivalen a las barbas y la divisoria de aguas, al raquis. Las crestas y depresiones se hacen más evidentes debido a que tienen una vegetación algo diferente; los pastos de las depresiones son más verdes por disponer de mayor humedad.

Los Grumosoles son suelos de color negro, de textura muy pesada y escasa o nula diferenciación. Presentan estructura granular fuerte en la capa superficial, que al secarse se divide en pequeños agregados que constituyen un horizonte muy friable y poroso. En profundidad la estructura es de bloques grandes, más compactos.

El alto contenido de arcilla, de naturaleza expansiva, hace que estos suelos se expandan al humedecerse y se contraigan al secarse; en este último caso se producen grietas de varios centímetros de ancho que pueden alcanzar medio metro o más de profundidad.

Los Grumosoles con microrrelieve de ondas poseen con frecuencia variaciones importantes en la profundidad del solum. En las crestas de las ondas, el horizonte C se encuentra a 15-20 centímetros de la superficie, mientras que en las depresiones aparece a un metro o más de profundidad. Por esta característica se les llama suelos de doble perfil.

El drenaje es moderadamente bueno a pobre, según la posición topográfica, y la fertilidad es alta. Son suelos de productividad relativamente elevada, aunque difíciles de trabajar, debido a las propiedades físicas desfavorables derivadas de su textura pesada.

Los Grumosoles se originan a partir de sedimentos arcillosos o sobre rocas ígneas o metamórficas con alto contenido de minerales que por alteración forman arcilla.

PRADERAS ROJAS

Estos suelos son menos abundantes que los de los grupos anteriores. La profundidad del solum varía entre 50 y 120 centímetros. El perfil presenta una sucesión de horizontes A-B-C, con un grado de diferenciación medio, y sin horizonte de acumulación de carbonato de calcio. El color es par-

do oscuro en el horizonte A y pardo rojizo o rojo en el B. La estructura es granular o de bloques pequeños en el horizonte A y de bloques mayores en el B; ambos horizontes son muy friables y sus agregados se fragmentan fácilmente en unidades más pequeñas. Estas características hacen que el suelo tenga una porosidad alta y sea bastante permeable. El pH es moderadamente ácido y la saturación en bases oscila entre 60 y 80 por ciento; ambos se mantienen relativamente constantes en todo perfil.

Son suelos bien drenados, de fertilidad media a alta, a menudo bastante gravillosos.

Las *Praderas Rojas* se encuentran en zonas de topografía fuerte, donde predominan rocas ácidas, ígneas o metamórficas.

PRADERAS ARENOSAS

Las *Praderas Arenosas* ocupan un área bastante reducida. Constituyen los suelos más profundos del país, generalmente de un metro y medio a dos metros y medio de espesor; son de textura liviana, colores vivos, y reacción muy ácida en todo el perfil. Éste presenta los horizontes A, B y C claramente diferenciados.

El horizonte A tiene de 60 a 120 centímetros de espesor, es de colores pardos, grisáceos o rojizos, textura muy liviana y estructura muy débil o de grano simple. Su parte inferior es a veces de colores más claros (horizontes A_2).

El horizonte B es de textura más pesada, franco-arcillo-arenosa, de color rojo, o amarillento con tonalidades grises; su estructura es de bloques o prismática.

Son suelos muy pobres en materia orgánica: menos de 2 por ciento. La capacidad de intercambio es baja debido a la textura liviana y la baja actividad química de la fracción arcilla. La saturación de bases oscila entre 25 y 60 por ciento; son los valores más bajos para los suelos del país.

Las Praderas arenosas son de drenaje bueno a moderado y baja fertilidad. Por su horizonte A de gran espesor y rápida infiltración pueden almacenar cantidades importantes de agua, lo que los hace resistentes a la sequía.

Se forman sobre areniscas silíceas fuertemente meteorizadas.

PLANOSOLES

Los *Planosoles* aparecen asociados a muchos otros tipos de suelos, en posiciones topográficas planas o cóncavas, pero su área de mayor distribución se encuentra en las planicies del este del país.

Son suelos muy diferentes con un gran contraste textural entre los horizontes A y B, producto de un intenso lavado de arcilla en el horizonte A y su posterior deposición en el B.

El horizonte A presenta una capa superior (A_1), de color pardo grisáceo más o menos oscuro, textura media y estructura de bloques pequeños débiles, y una capa inferior (A_2), de color gris, textura generalmente más liviana y estructura muy débil, de bloques o laminar.

El horizonte B es de color gris muy oscuro, textura arcillosa y estructura prismática grande y fuerte. El horizonte C es de colores pardos o grises pudiendo presentar concreciones duras de carbonato de calcio.

El contenido de materia orgánica es medio a bajo en el A_1 y disminuye sensiblemente en el A_2. El pH es moderadamente ácido y la saturación en bases es media en el horizonte A, pero ambos aumentan en el horizonte B.

Son suelos de drenaje imperfecto y fertilidad media a baja. Debido a su topografía plana y a la impermeabilidad del horizonte B, que facilitan el riego por inundación, son muy aptos para el cultivo del arroz. Esas mismas propiedades limitan, sin embargo, su uso para la mayoría de los otros cultivos que necesitan suelos mejor drenados.

GLEY-HUMICOS

Estos suelos aparecen, en pequeñas franjas a lo largo de los cursos de agua, en todo el país. Su desarrollo está condicionado por la presencia de una napa freática próxima a la superficie.

Son suelos profundos, de color negro en su parte superior, que se agrisa en profundidad, y de grado de diferenciación mínimo a medio. La textura es muy variable de acuerdo con la naturaleza del material aluvial sobre el que se forman. La estructura es granular o de bloques pequeños en el horizonte A y de bloques en el B; el contenido de materia orgánica es alto y desciende bruscamente en el horizonte permanentemente saturado. Este horizonte, denominado "gley", es de color gris verdoso o azulado, debido a la presencia de compuestos ferrosos originados por las condiciones de reducción creadas debido al exceso de agua. Su presencia y el alto contenido de materia orgánica, les da el nombre de *Gley-húmicos* a estos suelos.

La capacidad de intercambio catiónico y la saturación de bases son altos en todo el perfil.

Los Gley-húmicos son suelos de drenaje pobre y alta fertilidad. Su productividad agrícola está seriamente limitada por el exceso de agua y el riesgo de inundación.

SUELOS DE PANTANO

Los *Suelos de Pantano* están limitados a pequeñas áreas de la zona este del país, fundamentalmente alrededor de las lagunas de esa región. Consisten en horizontes turbosos que pueden alcanzar varios metros de espesor, por debajo de los cuales aparecen horizontes arcillosos gleizados. Estos suelos permanecen bajo agua durante gran parte del año. Su uso es extremadamente limitado, siendo en algunos casos aptos para pastoreo de verano.

SOLONETZ

Estos suelos aparecen, por lo común, en áreas muy pequeñas en muchas zonas del país; son importantes en las planicies del este. Su nombre es de origen ruso y ha sido adoptado casi universalmente.

Sus características se deben fundamentalmente a la presencia de un alto porcentaje de sodio de intercambio. Esto provoca una reacción muy alcalina (pH mayor de 8.5) que favorece la dispersión de la arcilla, y por lo tanto un lavado intenso de la misma. Este fenómeno conduce a la formación de un perfil muy diferenciado con un horizonte A delgado, de color gris claro y textura liviana y un horizonte B muy pesado y compacto, con estructura columnar, casi impermeable. Las condiciones físicas y químicas de estos suelos son muy desfavorables para el crecimiento de las plantas, por lo que soportan un tapiz muy ralo y tienen un bajo contenido de materia orgánica.

Los *Solonetz* se conocen con el nombre de "blanqueales" por el color claro de su horizonte superficial, parcialmente expuesto debido a la escasa vegetación que poseen. Son suelos de drenaje pobre y fertilidad muy baja, por lo que su productividad es casi nula.

ALUVIALES

Los *Suelos Aluviales* son muy escasos en el país; aparecen solamente en las márgenes de algunos ríos. Carecen de desarrollo de perfil y generalmente están constituidos por una sucesión de capas de texturas variables y límites claros, resultado de deposiciones periódicas recientes. Carecen de valor

agrícola por estar sometidos a inundaciones frecuentes.

REGOSOLES

Los *Regosoles* aparecen en muchas zonas del país, pero predominan en aquellas de relieve muy quebrado.

Son suelos superficiales, de 30 centímetros o menos, de escaso desarrollo de perfil. Tienen un horizonte A de color y textura variables según la naturaleza del material madre. Debajo aparece el horizonte C formado por materiales desagregados, productos de la descomposición de la roca madre.

Son suelos bien drenados, de fertilidad alta a baja, según el material madre, y muy susceptibles a la sequía. Su escasa profundidad y la topografía muy quebrada, los hace inapropiados para el cultivo, aunque pueden ser muy aptos para la ganadería, principalmente ovina.

LITOSOLES

Los *Litosoles,* al igual que los Regosoles, son suelos superficiales muy comunes en áreas de topografía quebrada o sobre rocas muy resistentes a la meteorización.

El perfil es morfológicamente similar al de los Regosoles, pero debajo del horizonte A aparece directamente la roca madre consolidada (R). Esta diferencia es importante del punto de vista del desarrollo de las raíces y de la penetración y almacenamiento del agua, lo cual hace que los Litosoles sean menos resistentes a la sequía y de arraigamiento más pobre.

Las limitaciones para el uso agrícola son similares, pero de grado más severo que las de los Regosoles.

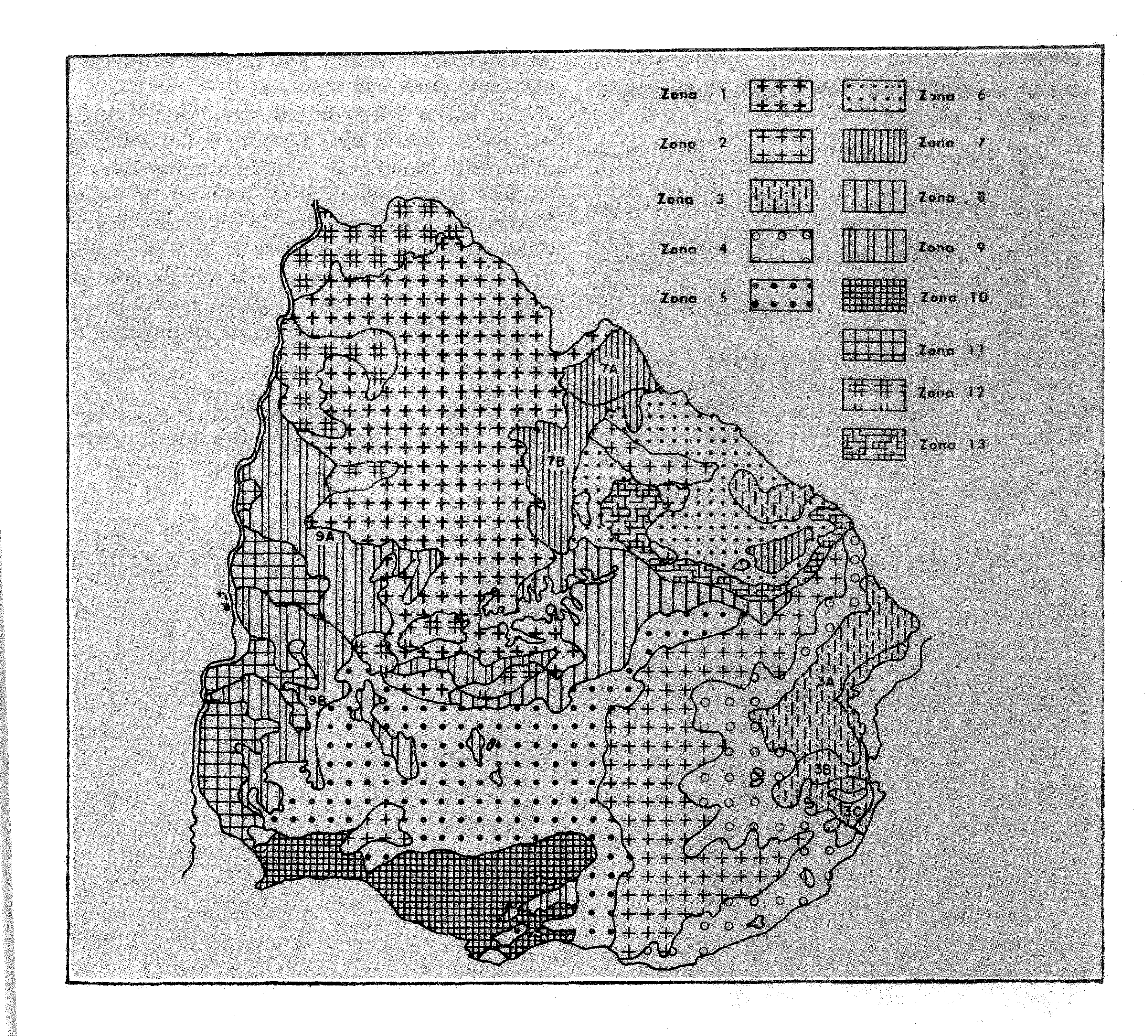
DUNAS ARENOSAS

Las *Dunas Arenosas* ocupan la faja costera del país, desde Montevideo hasta la frontera con Brasil. Están constituidas por acumulaciones recientes de arenas, y carecen de diferenciación de horizontes. Algunas dunas han sido estabilizadas por la vegetación, mientras que otras aún se desplazan por la acción del viento. Su uso se limita a la forestación, principalmente con pinos.

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LOS SUELOS

La distribución geográfica de los suelos en el país responde fundamentalmente a las variaciones regionales y locales en material madre, topografía y drenaje. Las diferencias climáticas y en edad probablemente juegan un papel importante, no bien conocido aún, aunque existen algunas evidencias claras en tal sentido.

El primer mapa general de suelos a nivel nacional fue realizado en el año 1962 por los Ingenieros Agrónomos Luis V. de León y Oscar E. López Taborda en el ámbito de la C. I. D. E. Las divisiones que en él se establecen, no sólo se basan en los suelos sino que además tienen en cuenta algunos factores que afectan su uso y manejo. Si bien existe una segunda aproximación del año 1967, realizada por el Ingeniero Agrónomo Artigas Durán y el bachiller Abraham Kaplán, que pone más énfasis en la naturaleza de los suelos, en el presente trabajo se utiliza como base el mapa de 1962 ya que sobre las áreas en él delimitadas, existe información agronómica valiosa. Este mapa divide al país en trece zonas que a continuación se analizan por separado. En las zonas en que la información actualmente disponible lo permite, se establecen sub-divisiones con áreas más homogéneas.



Mapa de suelos del Uruguay.

ZONA 1

SUELOS SUPERFICIALES, CON SUELOS PROFUNDOS, PESADOS Y FERTILES.

Esta zona ocupa el 21 por ciento de la superficie del país.

El material geológico es una roca efusiva basáltica, derramada en varias capas en la era Mesozoica. Sus constituyentes principales son feldespatos y minerales ferromagnesianos, que por alteración producen una gran cantidad de arcillas expansivas.

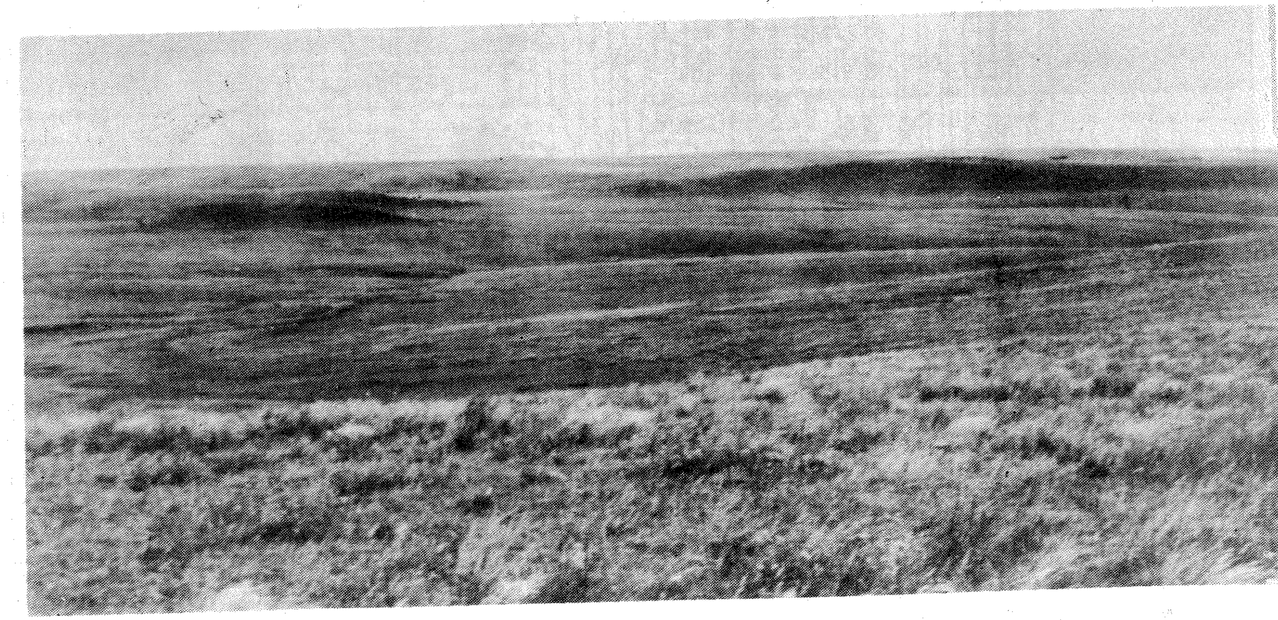
Esta zona puede ser considerada como una cuesta con inclinación general hacia el río Uruguay y con sus alturas mayores en el límite este. El relieve se caracteriza por las formas aplanadas de amplitud variable y por las laderas cortas de pendiente moderada a fuerte.

La mayor parte de esta zona está ocupada por suelos superficiales, Litosoles y Regosoles, que se pueden encontrar en posiciones topográficas variables; lomas aplanadas o convexas y laderas fuertes. La predominancia de los suelos superficiales se debe a la resistencia a la meteorización de la roca madre, así como a la erosión geológica intensa en las áreas de topografía quebrada.

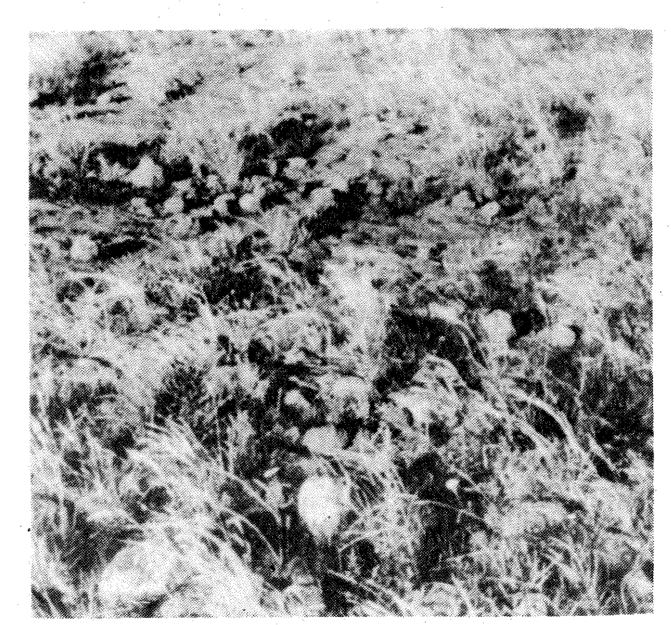
Dentro de estos suelos puede distinguirse dos tipos:

a) *Suelos muy superficiales* de 0 a 15 centímetros de espesor, de color pardo a pardo rojizo, de textura pesada, generalmente gravillosos y pedregosos. Tienen un alto contenido de materia orgánica, 5 a 8 por ciento y son medianamente ácidos, pH alrededor de 5.7. En las áreas ocupadas por estos suelos, son frecuentes los afloramientos rocosos en forma de losa; la vegetación es escasa, de desarrollo invernal.

b) *Suelos superficiales,* de 15 a 40 centímetros de espesor, de color negro, textura pesada y con menor contenido de gravilla y piedras. El contenido de materia orgánica y la acidez son similares a los anteriores. Los afloramientos rocosos son menos frecuentes y el tapiz vegetal más denso que en los suelos muy superficiales.



Relieve característico de la zona 1.



Afloramiento de basalto en suelos muy superficiales de la zona 1.

Debajo del solum puede aparecer la roca desagregada o consolidada, lo cual determina que el suelo sea Regosol o Litosol respectivamente.

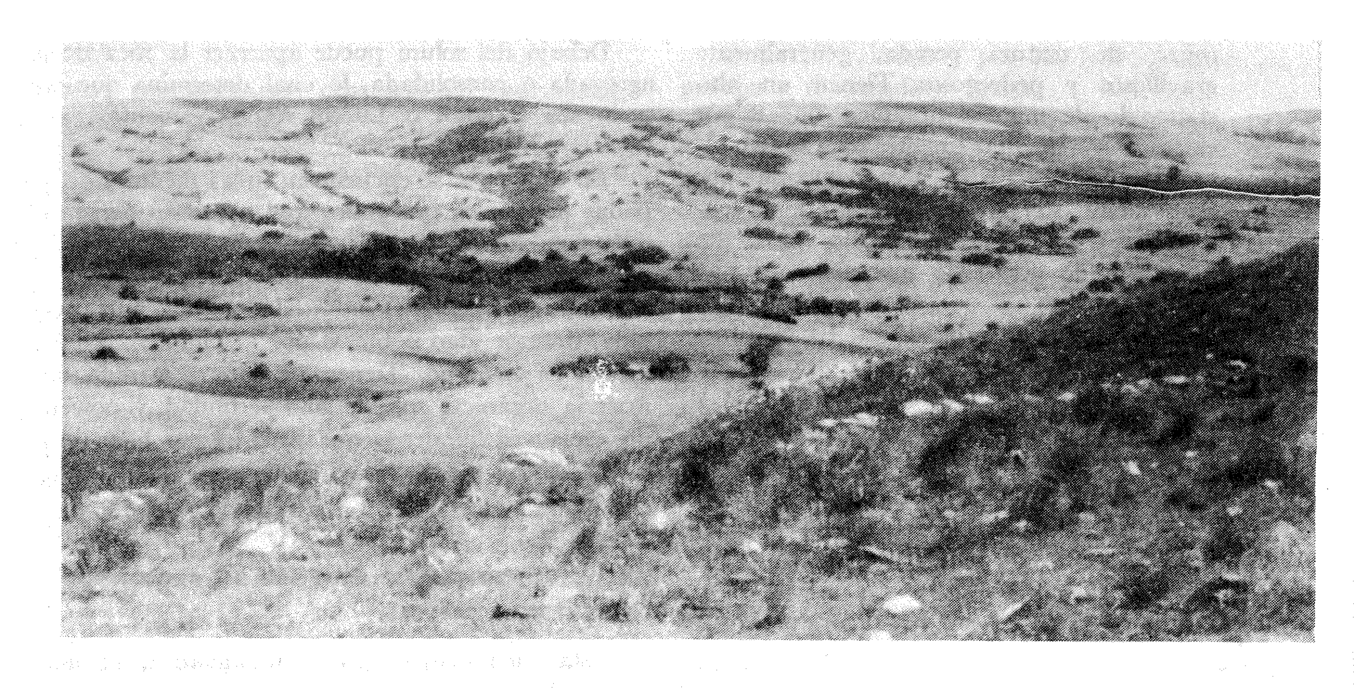
En esta zona se encuentran áreas menores ocupadas por suelos profundos que aparecen generalmente en lomas extensas planas, laderas suaves y planicies aluviales. Son de color negro, poco a medianamente diferenciados, de textura muy pesada, drenaje algo pobre y, por lo tanto, muy húmedos en invierno. Tienen un alto contenido de materia orgánica, son de alta fertilidad y poseen un tapiz vegetal denso que produce un buen volumen de forraje.

ZONA 2

SUELOS SUPERFICIALES, CON SUELOS PROFUNDOS DE TEXTURAS MEDIAS.

Esta zona ocupa aproximadamente el 11 por ciento del territorio nacional. Se extiende como una franja irregular desde Piriápolis hasta la frontera con Brasil en Cerro Largo, e incluye además tres áreas menores: la Isla Cristalina de Rivera, y las sierras de Aceguá y Mal Abrigo. La naturaleza de la roca madre es muy variable; predominan las rocas ígneas y metamórficas de edad Predevoniana. Entre éstas, abundan los gneisses, micaesquistos y granitos y, en menor grado, aparecen cuarcitas, filitas y calizas. En la parte sur de esta zona existen rocas efusivas, fundamentalmente riolitas.

El relieve es muy quebrado, predominando las laderas de 8 a 30 por ciento de pendiente. Las áreas de gneisses y granitos dan formas redondeadas, mientras que en las de cuarcitas y filitas, el relieve es anguloso y los afloramientos rocosos más abundantes.



Paisaje serrano de la zona 2.

En esta zona predominan los suelos superficiales, Regosoles y Litosoles, que aparecen en las partes altas de las lomas y en las laderas convexas.

En la parte norte, donde abundan los gneisses, se dan generalmente los Regosoles, a menudo muy gravillosos. Son de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franca, medianamente ácidos y de fertilidad media a baja.

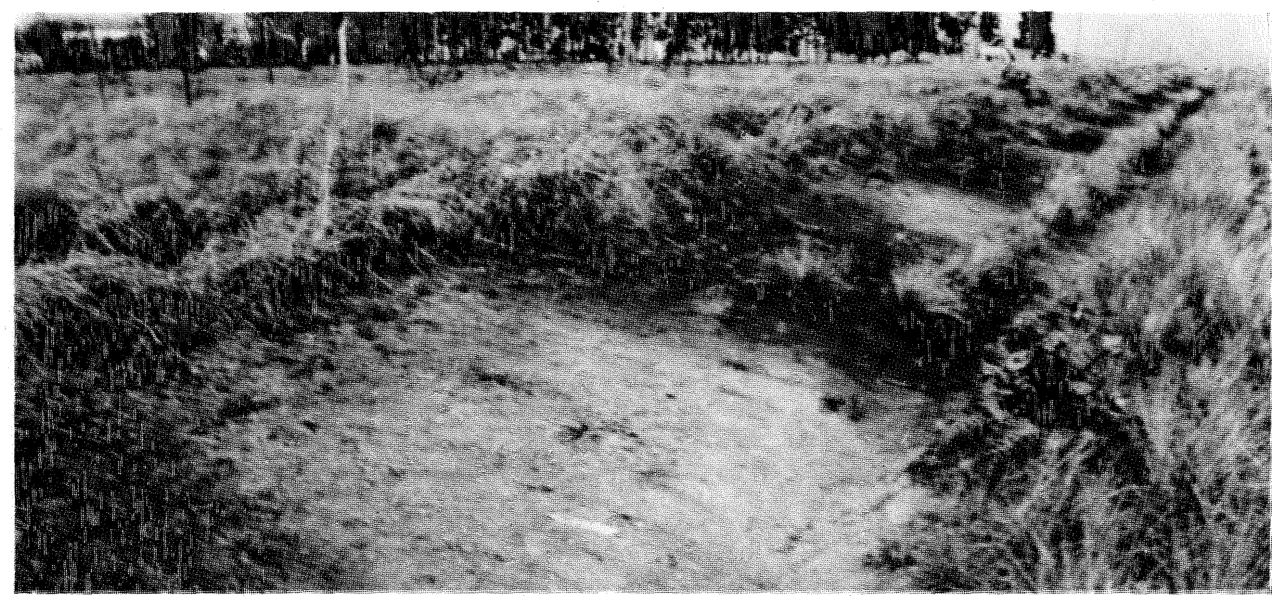
En la parte sur, donde las rocas son más resistentes a la meteorización, la mayoría de los suelos superficiales son Litosoles. Son similares a los Regosoles en casi todas sus características, pero la existencia de roca consolidada a poca profundidad limita en mayor grado el desarrollo de las raíces.

Asociados a los suelos superficiales, aparecen áreas menores de suelos profundos, constituidos en su mayor parte por Praderas Pardas, que aparecen asociadas a los Litosoles de la zona sur, y Praderas Rojas que se dan en la zona norte, junto a los Regosoles.

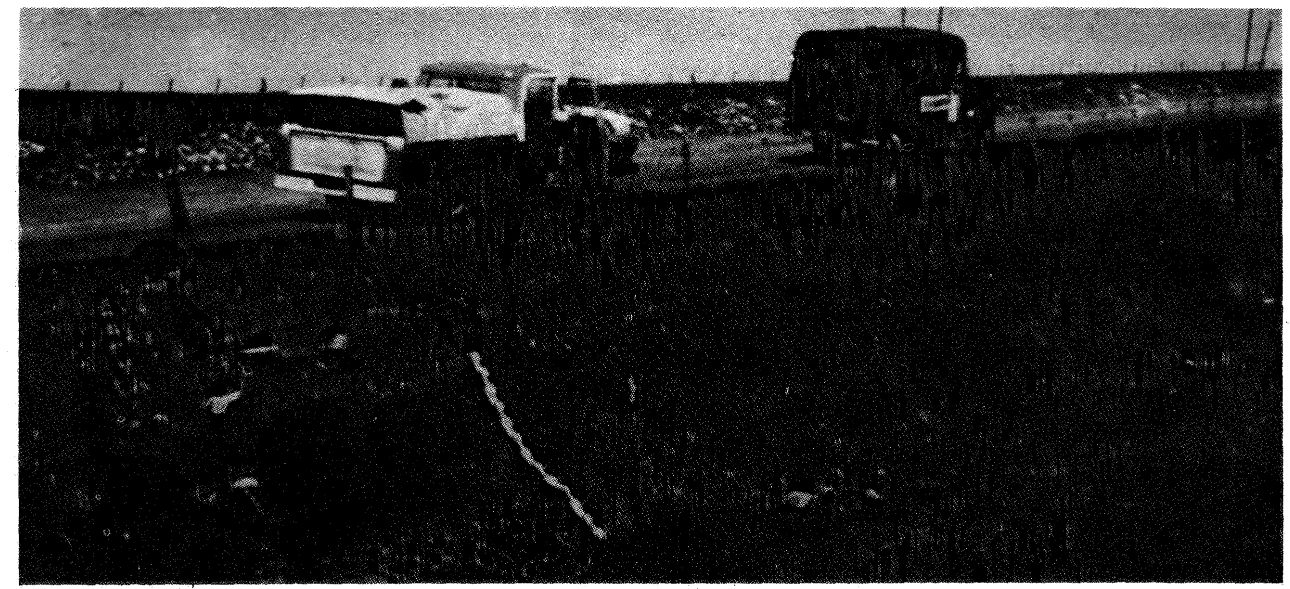
Las Praderas Pardas de esta región son predominantemente de diferenciación media, color pardo oscuro, texturas medias en el horizonte A y algo pesadas en el B.

Las Praderas Rojas aparecen en laderas con escurrimiento rápido. Son suelos bien drenados, con un horizonte A pardo oscuro, de textura franca y reacción medianamente ácida. Tienen un grado medio de diferenciación y una estructura buena, especialmente en el horizonte B, que es de color pardo rojizo o rojo.

Regosol: suelo poco desarrollado, con un horizonte A oscuro directamente encima del horizonte C.



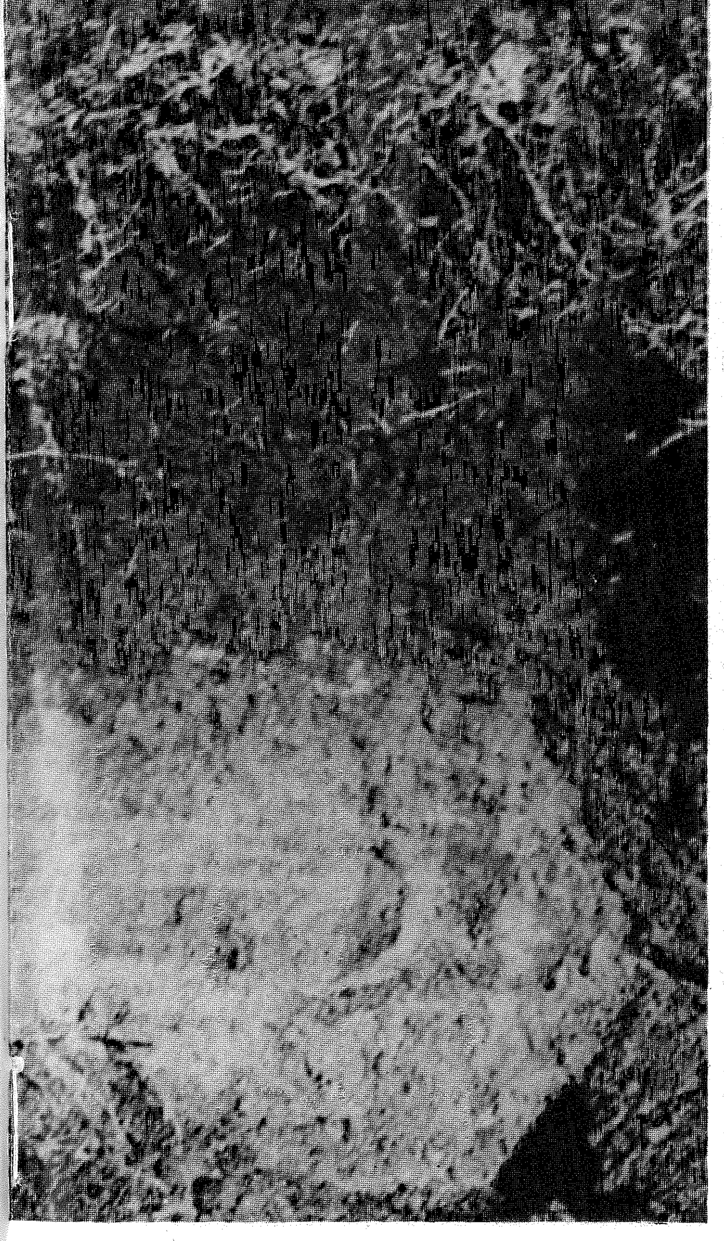
Doble perfil característico de un Grumosol con microrrelieve de ondas.



Pradera Negra con un horizonte de acumulación de carbonato de calcio inmediatamente debajo del solum.

Perfil gravilloso y muy poroso característico de las Praderas Rojas.

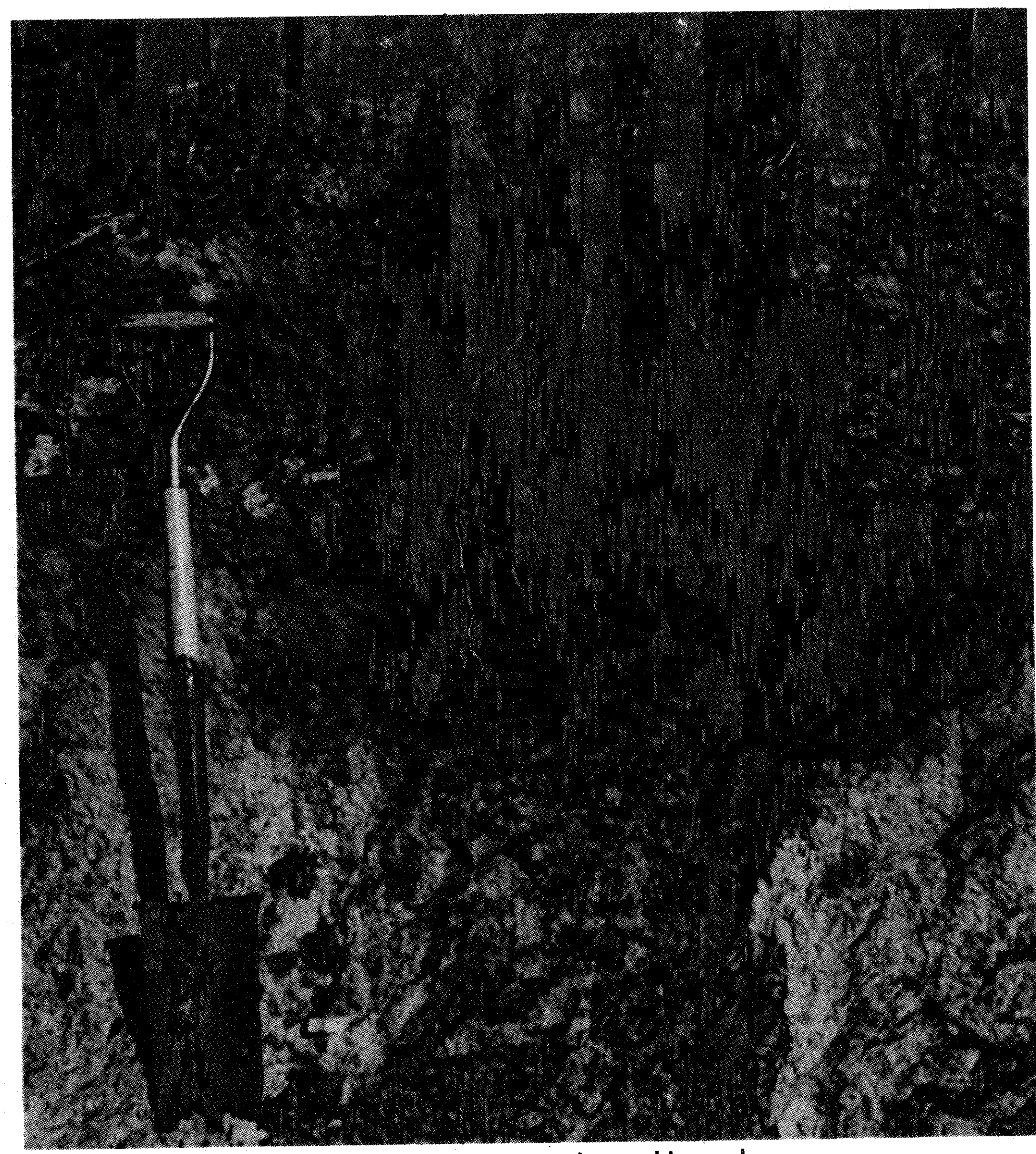
Pradera Parda media muy bien estructurada.



Pradera Parda mínima poco profunda con horizonte B incipiente (franja más clara en la base del solum).



Pradera Parda maxima con horizonte A masivo y claro, y horizonte B, oscuro y fuertemente estructurado.

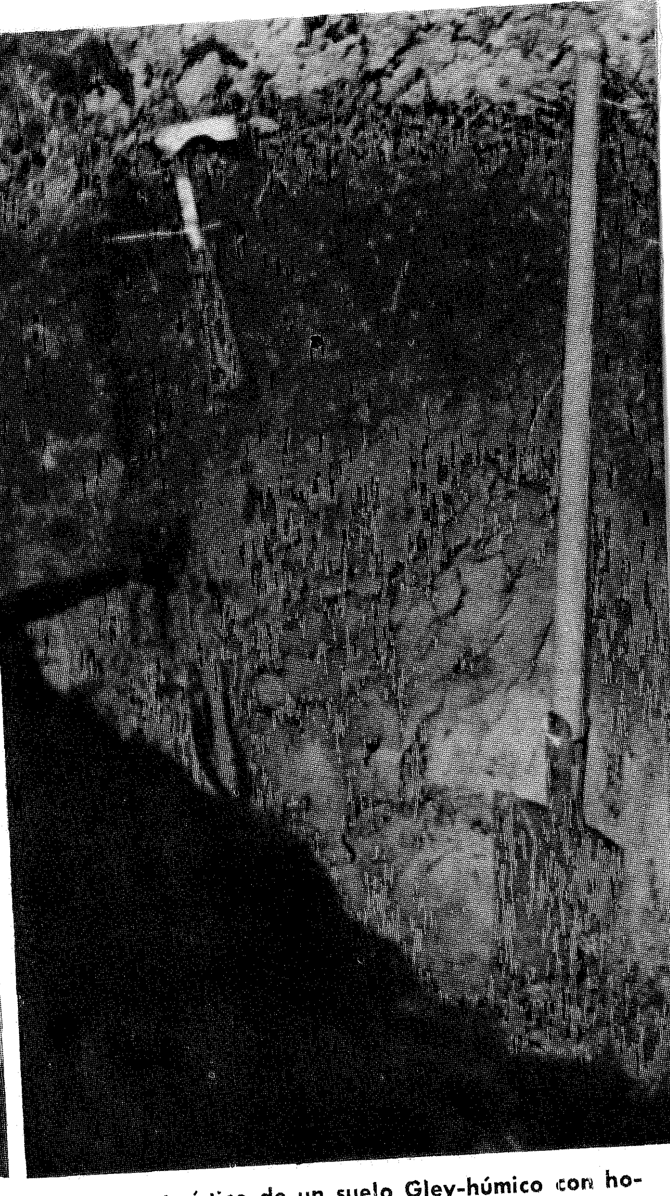


Pradera Arenosa con horizonte B compacto y colores abigarrados.

Pradera Arenosa con horizonte B poroso y de color rojo muy vivo.



Planosol muy diferenciado con sus horizontes típicos A_1, A_2 más claro y B, oscuro y compacto.



Perfil característico de un suelo Gley-húmico con horizonte A oscuro y horizonte gley gris claro.



Cerro granítico de la zona 2 con su vegetación típica.

El pH se mantiene constante en todo el perfil y carecen de horizonte de carbonato de calcio.

La fertilidad es bastante alta, aunque menor que la de las Praderas Pardas.

ZONA 3

SUELOS DE TEXTURAS MEDIAS Y DRENAJE IMPERFECTO Y POBRE.

Estos suelos ocupan alrededor de 5 por ciento del territorio nacional. Forman una franja de ancho irregular que bordea la Laguna Merín desde el Océano Atlántico hasta la frontera con Brasil.

El material madre de los suelos es el limo arcilloso depositado, en parte, en medio fluvial y de estuario y, en parte, en medio lacustre, durante el Pleistoceno y Holoceno respectivamente. Los sedimentos son más arenosos sobre el litoral oceánico.

El relieve es plano, formado por una sucesión de tres llanuras (terrazas); la superior y más extensa tiene un ligero desnivel hacia la Laguna Merín.

Existen dos tipos de vías de drenaje: los ríos y arroyos principales, que han excavado sus cauces en la llanura alta, y los esteros, poco profundos y de escurrimiento lento, característico de las llanuras media y baja.

Dentro de la llanura media y contra la Laguna Merín (llanura baja), existen áreas deprimidas que reciben el agua de las zonas vecinas y permanecen sumergidas gran parte del año (bañados).

Dentro de esta región se pueden hacer tres subdivisiones en base a los tipos de suelos predominantes: la sub-zona 3a, que abarca la llanura alta y presenta una asociación de Planosoles y Solonetz; la sub-zona 3b, que comprende la llanura media mejor drenada y la llanura baja, caracterizada por la presencia de Gley-húmicos de grado de diferenciación variable, y la sub-zona 3c, que comprende las áreas deprimidas de la llanura media, donde dominan los Suelos de Pantano.

Existe además un área en las proximidades de Aceguá con suelos similares a los de las sub-zonas 3a y 3b.

Los suelos de esta zona son en su mayoría hidromórficos, con áreas menores de suelos halomórficos.

Los suelos hidromórficos pueden ser Planosoles, Gley-húmicos o Suelos de Pantano, según el drenaje superficial y la altura de la napa freática.

Los Planosoles, asociados con Solonetz, ocupan la sub-zona 3a. Los Planosoles son suelos profundos, muy diferenciados e imperfectamente drenados. Tienen un horizonte A, de 15 a 20 centímetros de espesor, de color pardo grisáceo oscuro, textura franco limosa y estructura muy débil. El horizonte A_2 tiene de 5 a 10 centímetros de espe-



Aspecto de la llanura baja de la zona 3 b. Son típicos los hormigueros en forma de montículos (tacuruses).



Vista de los bañados de la zona 3 c.

sor y es similar al anterior, salvo por su color más claro.

El horizonte B se extiende hasta los 80 centímetros, es de color gris muy oscuro, textura muy pesada y estructura prismática.

Son suelos de fertilidad mediana, pero sus principales limitantes son las propiedades físicas desfavorables, tales como, la tendencia al encostramiento de la superficie, el poco espesor del horizonte A y la impermeabilidad y compacidad del horizonte B. Las propiedades físicas y la topografía de estos suelos los hace muy húmedos en invierno, pero a la vez, muy favorables para el cultivo del arroz.

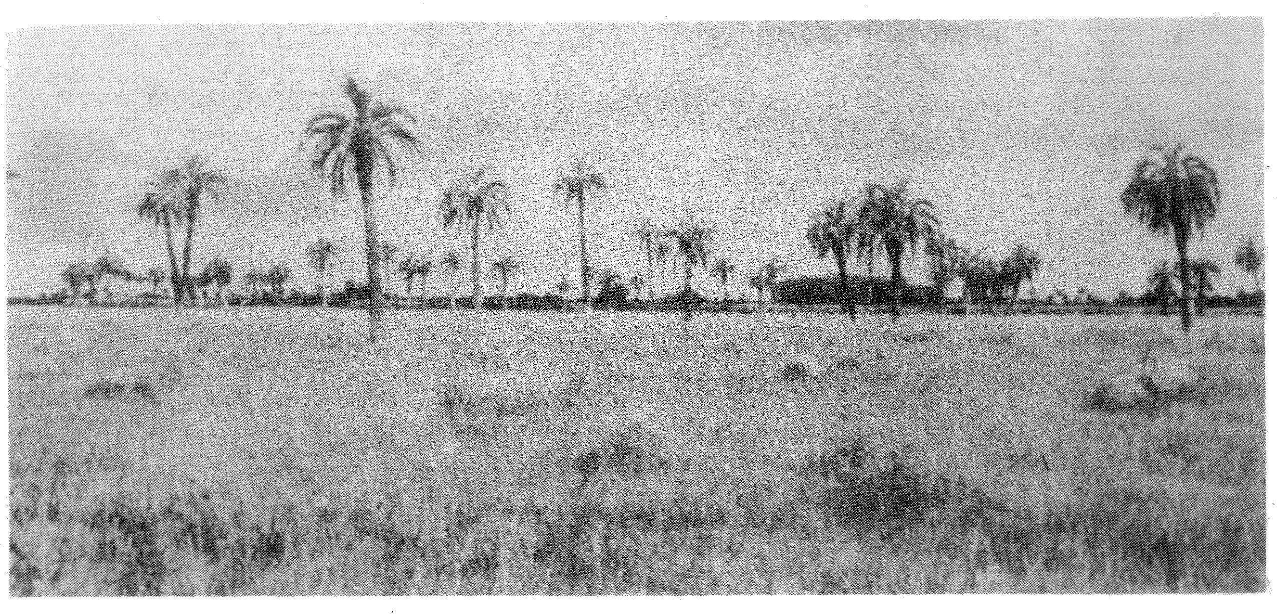
Los Solonetz (blanqueales) son medianamente profundos, de drenaje imperfecto a pobre.

Contienen un porcentaje anormalmente alto de sodio intercambiable (20 a 35 por ciento), que determina su morfología y sus propiedades físicas y químicas características. La reacción es netamente alcalina, por lo menos, en el horizonte B.

La sub-zona 3b incluye Gley-húmicos, más diferenciados en la llanura media mejor drenada, y Gley-húmicos poco diferenciados en la llanura baja peor drenada y de sedimentos más recientes.

La napa freática puede estar a una altura variable que fluctúa entre 30 centímetros y 1 metro de la superficie.

La sub-zona 3 c abarca las áreas de bañados e incluye Suelos de Pantano y, en menor proporción, Gley-húmicos. Los Suelos de Pantano son profundos y permanecen sumergidos casi todo el año. El horizonte superficial es turboso y de espesor variable entre 30 centímetros y 3 metros. Por debajo hay horizontes minerales arcillosos gleizados.



Aspecto característico de la zona 3 a.

ZONA 4

SUELOS DE TEXTURA MEDIA, MUY DIFERENCIADOS.

Esta zona de suelos diferenciados abarca el 8 por ciento del territorio nacional y se extiende en una faja costera desde la Sierra de las Ánimas hasta la Laguna Negra, y hacia el norte entre las zonas 2 y 3, hasta la frontera con Brasil.

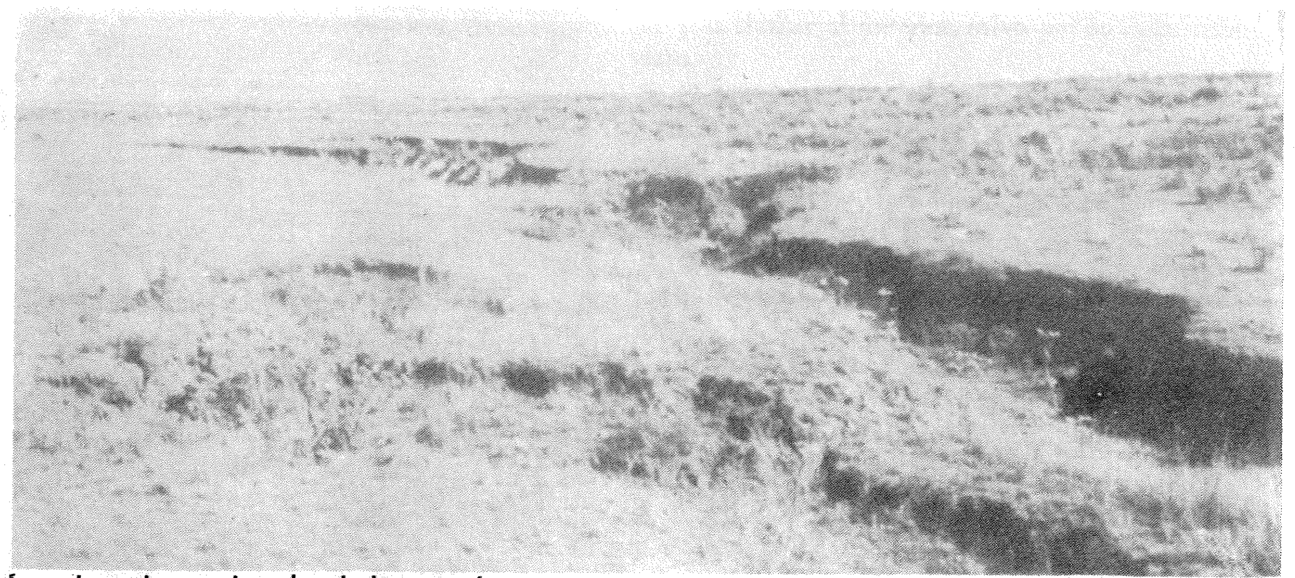
Los materiales geológicos consisten en rocas ígneas y metamórficas de edad Predovoniana en la zona sur, limos arcillosos y lavas basálticas en la zona central y limos arcillosos en la parte norte.

La topografía es ondulada; se hace más fuerte en las cercanías de la zona 2, y más suave hacia la costa o hacia la zona 3. Predominan las formas redondeadas en las lomas, con laderas convexas a planas; las pendientes más comunes oscilan entre 5 y 8 por ciento.

En esta zona queda incluida, por razones de escala, la faja costera de dunas recientes y sedimentos arcillo-arenosos jóvenes.

En esta zona existen tres tipos principales de suelos; Praderas Pardas máximas, Praderas Negras y suelos superficiales (Regosoles y Litosoles).

Las *Praderas Pardas máximas* son los suelos más extendidos y se forman sobre las rocas Predevonianas o los limos arcillosos. Poseen un horizonte A de 20 a 30 centímetros de espesor, de color pardo grisáceo oscuro, textura media y estructura débil. El horizonte B es de color gris muy oscuro, textura muy pesada y estructura prismática grande y fuerte. Por debajo, el color se aclara y aparecen concreciones duras de carbonato de calcio. El horizonte A tiene un pH de 5.5 a 6.0 y una saturación de bases de 50 a 60 por ciento; ambos au-



Área de suelos erosionados de la zona 4.

mentan en profundidad llegando a 8.0 y 100 por ciento respectivamente.

El drenaje es moderado a imperfecto y la fertilidad media; son muy susceptibles a la erosión.

Las *Praderas Negras* ocupan un área relativamente pequeña en la parte central de la zona, donde aparecen rocas basálticas. Son suelos bastante profundos, de diferenciación media, color negro y textura media a algo pesada. La estructura es granular o de bloques pequeños en el horizonte A y de bloques mayores en el B.

Tienen un nivel alto de fertilidad, ya que son ricos en materia orgánica y de saturación de bases elevada.

Los suelos superficiales aparecen en las zonas de relieve más quebrado, presentan un perfil de tipo A-R o A-C, siendo el horizonte A frecuentemente de colores pardo a pardo rojizo y algo gravillosos.

ZONA 5

SUELOS DE TEXTURA MEDIA A PESADA, CON GRADO VARIABLE DE DIFERENCIACION, ASOCIADOS A SUELOS SUPERFICIALES.

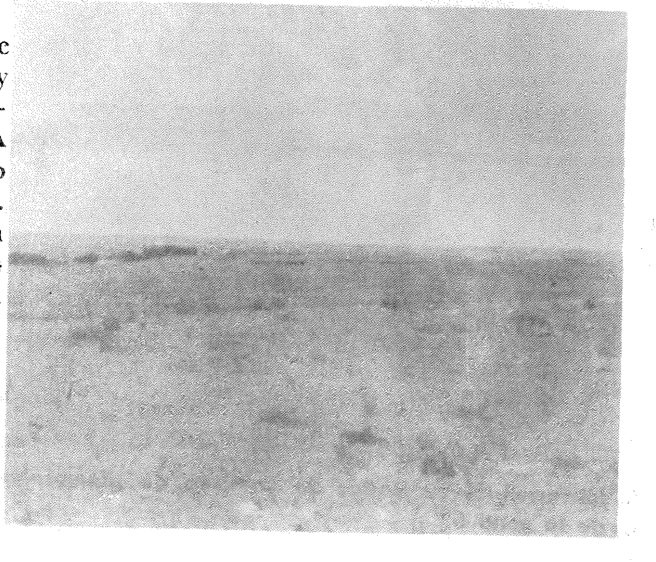
El área ocupada por esta zona constituye el 15 por ciento del país y abarca principalmente parte de los departamentos de Florida, Flores, Colonia y Soriano.

El material geológico de esta área está constituido por rocas metamórficas o ígneas de edad Predevoniana (Basamento Cristalino), predominantemente gneisses de composición variable y esquistos; también existen granitos y anfibolitas.

El relieve es ondulado suave, con lomas alargadas y laderas irregulares de pendientes de 4 a 6 por ciento. Existen áreas de topografía más fuerte que constituyen alrededor del 15 por ciento de la zona.

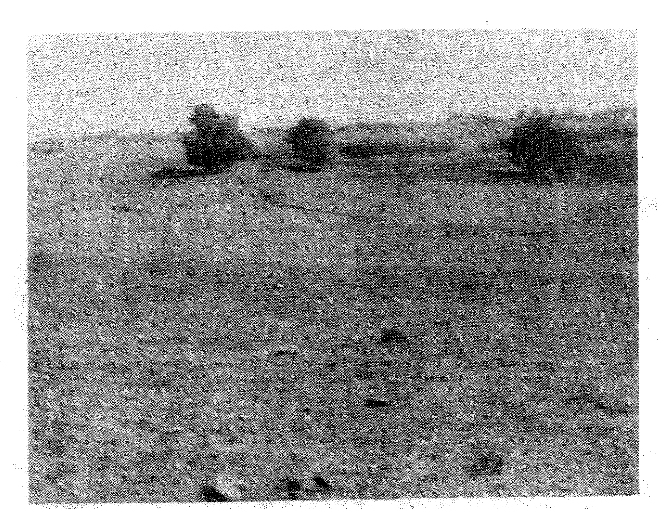


Paisajes de la zona 5: ondulado fuerte (arriba) y suavemente ondulado.

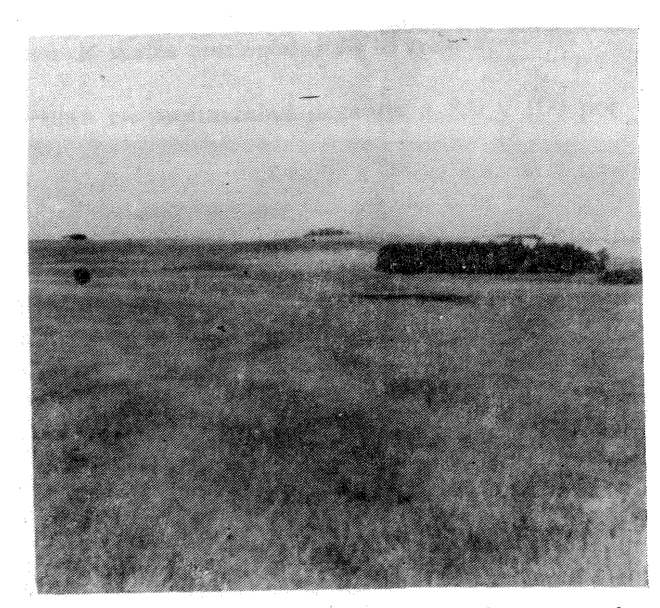


En esta zona existen cinco tipos de suelos de acuerdo con la naturaleza del material madre y de la topografía. Los más extendidos son las Praderas Pardas máximas, que tienen un hrizonte A de 20 a 30 centímetros de espesor, de color pardo grisáceo oscuro, textura franca y estructura débil. El horizonte B es de color gris muy oscuro con moteados amarillentos en su parte inferior, de textura arcillosa y estructura de bloques grandes. El horizonte C es pardo amarillento y gravilloso.

El horizonte A tiene un pH 5.0 a 5.5, y una saturación de bases de 70 por ciento aproximadamente; ambos aumentan en profundidad sin llegar a valores tan altos como en la zona 4. Son suelos de drenaje moderado a imperfecto y de fertilidad media.



Relieve suavemente ondulado de la zona 6.



Microrrelieve de ondas de un área de grumosoles de la zona 6.

Las Praderas Negras y Grumosoles se forman sobre las rocas más básicas y son de color negro, textura pesada y grado de diferenciación mínimo a medio. En general son bien estructurados y con alto contenido de materia orgánica. Son ligeramente ácidos a algo alcalinos y tienen una saturación de bases alta.

Los suelos superficiales, Regosoles y Litosoles, ocupan alrededor del 40 por ciento del área; son similares a los de la zona 2. Su distribución no es homogénea y varía localmente entre un 20 y un 60 por ciento; frecuentemente están asociados con afloramientos rocosos.

Las Praderas Rojas ocupan un área reducida y son semejantes a las de la zona 2, aunque pueden ser más diferenciadas.

ZONA 6

SUELOS DE TEXTURA MEDIA A PESADA, CON GRADO VARIABLE DE DIFERENCIACION.

Los suelos de esta zona ocupan el 5 por ciento del territorio nacional distribuidos en los departamentos de Cerro Largo, Rivera y Tacuarembó.

El material geológico está constituido por los sedimentos de edad Permiana de las formaciones de Paso Aguiar y Yaguarí. Las litologías son muy variables, incluso en cortas distancias, predominando areniscas más o menos arcillosas, siltitas y lutitas, de colores rojos, pardos y grises.

El relieve es ondulado, a veces bastante fuerte, con pendientes de hasta 12 por ciento, con lomas redondeadas y laderas convexas. También existen áreas de relieve suave, con laderas largas, de 2 a 3 por ciento de pendiente.

Los suelos más comunes de la zona son las Praderas Pardas, medias y máximas, aunque también existen Grumosoles.

Las Praderas Pardas presentan un horizonte A de 25 a 30 centímetros de espesor, de color pardo grisáceo muy oscuro, textura media y estructura de bloques pequeños débiles. El horizonte B es de espesor variable dependiendo de la topografía; de color pardo grisáceo o gris, textura pesada y estructura de bloques medios.

El horizonte A tiene un pH de alrededor de 5.5 y una saturación de bases de aproximadamente 75 por ciento. Ambos aumentan en profundidad, proporcionalmente al grado de diferenciación del perfil.

Son suelos moderadamente bien drenados, con contenido de materia orgánica medio a alto y fertilidad media.

Dentro de las Praderas Pardas existen variaciones importantes en la textura, grado de diferenciación y nivel de fertilidad, debido a la gran variabilidad del material madre.

Los Grumosoles aparecen sobre los materiales más arcillosos; son suelos profundos de color negro a gris muy oscuro, de textura pesada, poco diferenciados y bien estructurados. La saturación en bases y el contenido en materia orgánica son altos. Constituyen los suelos más fértiles de la zona.

Asociados a los Grumosoles, aparecen suelos de Pradera Negra más diferenciados que aquéllos, y sin el microrrelieve que los caracteriza.

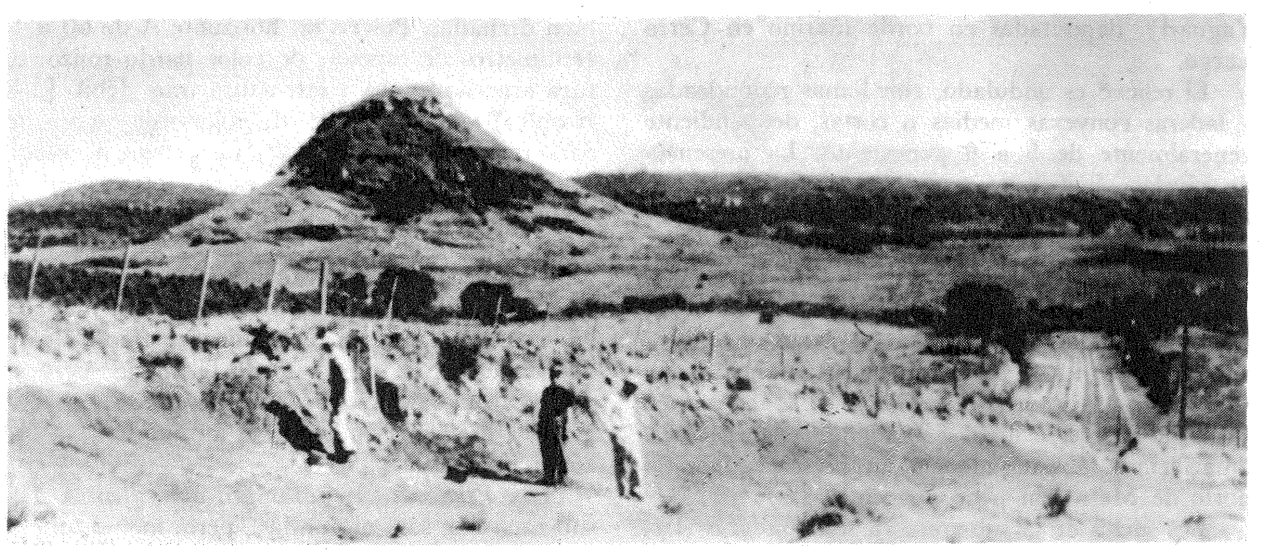
ZONA 7

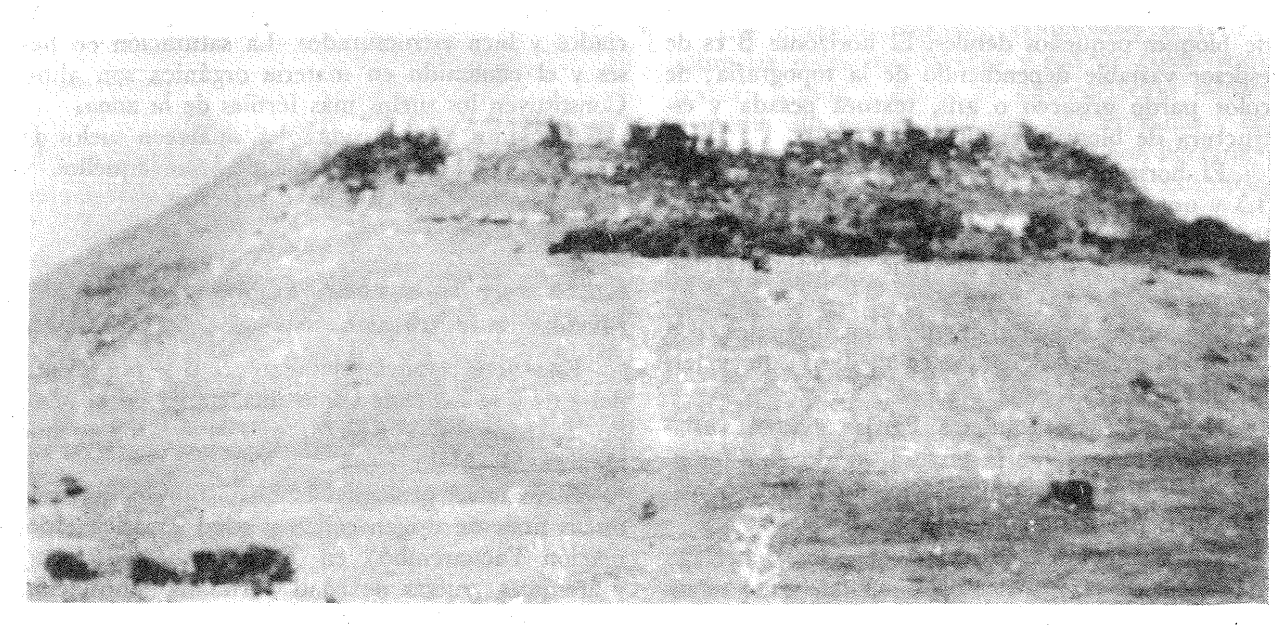
SUELOS MUY PROFUNDOS, ACIDOS Y DE TEXTURA MUY LIVIANA.

Esta zona ocupa solamente el 3.5 por ciento del país y se extiende como una franja en el oeste de Tacuarembó y Rivera, más una área menor al norte de Melo.

El material geológico está constituido por areniscas finas de origen eólico y edad Triásica (formación Tacuarembó) en Tacuarembó y Rivera, y areniscas gruesas de edad Permiana (formación

Paisaje ondulado de la zona 7.





Cerro aplanado típico de las areniscas silicificadas de Tacuarembó.

Yaguarí), depositadas en borde marino en Cerro Largo.

El relieve es ondulado, con lomas redondeadas y laderas convexas medias o cortas, de pendiente generalmente de 5 a 8 por ciento. La presencia de niveles silicificados, muy resistentes, da origen a cerros de cumbres aplanadas y laderas cóncavas y fuertes, como los cerros de Cuñapirú entre otros.

Dentro de esta zona se pueden diferenciar dos sub-zonas, en base a la naturaleza de los suelos. La primera (7a), se halla en el norte de Rivera y comprende los suelos de Pradera Arenosa roja, y la segunda (7b), se encuentra en Tacuarembó y sur de Rivera e incluye Praderas Arenosas gris-amarillentas. Existe además un área pequeña al norte de Melo aún poco conocida.

Los suelos de la sub-zona 7a son *Praderas Arenosas rojas* muy profundas (hasta 4 metros) y bien drenadas. Poseen un horizonte A de 60 a 120 centímetros de espesor, de color pardo rojizo, textura arenoso-franca y estructura muy débil. El horizonte B es muy espeso, de color rojo oscuro, textura franco-arcillo-arenosa y estructura de bloques o prismas. El horizonte C es de colores rojizos y textura más liviana.

Son suelos fuertemente ácidos, de pH 4.5 en todo el perfil, de saturación en bases muy baja, alrededor del 30 a 40 por ciento, y de muy bajo contenido de materia orgánica (1 por ciento). Tienen un nivel muy bajo de fertilidad, pero una gran capacidad de almacenamiento de agua, debido al horizonte A liviano y profundo y al horizonte B pesado.

Las *Praderas Arenosas gris-amarillentas* de la sub-zona 7b son profundas, pero menos que las anteriores y de drenaje moderado a imperfecto.

El horizonte A tiene 40 a 70 centímetros de espesor, color pardo grisáceo oscuro, textura muy liviana y estructura muy débil. En algunos casos, la parte inferior de este horizonte es de color más claro (A_2). El horizonte B es gris o pardo oscuro con moteados amarillos y rojos, de textura arcillo-arenosa y estructura de bloques o prismas. El horizonte C es gris con abundantes moteados del mismo tipo que los del horizonte B.

Las propiedades químicas son similares a las de las Praderas Arenosas rojas, pero el pH y la saturación de bases son algo mayores en los horizontes profundos.

El nivel de materia orgánica y la fertilidad son algo mayores que en los suelos de la sub-zona 7a; la capacidad de retención de agua es equivalente o algo mayor.

Asociados a los suelos profundos pueden aparecer pequeñas áreas de Litosoles en los cerros de areniscas silicificadas.

Los suelos de esta zona, situados al norte de Melo, se asemejan morfológicamente a las Praderas Arenosas rojas aunque su saturación de bases es algo mayor.

ZONA 8

SUELOS PROFUNDOS, DE TEXTURAS LIVIANAS Y MEDIAS Y SATURACION MEDIA DE BASES.

Esta zona se encuentra ubicada en el centro este del país y abarca el 4.5 por ciento de su superficie.

El material madre de los suelos está constituido por lutitas y areniscas feldespáticas y micáceas de edad Devoniana, y por sedimentos glaciales de

Relieve ondulado de la zona 8 con una escarpa de areniscas silicificadas.



granulometría diversa y edad Permiana. La topografía es ondulada, con lomas redondeadas y laderas cortas y convexas de 5 a 8 por ciento de pendiente. Hay áreas de relieve más fuerte con afloramientos rocosos en forma de escarpas que corresponden a las areniscas Permianas silicificadas.

Los suelos de textura liviana son Praderas Arenosas que tienen un horizonte A de 40 a 70 centímetros de espesor, de color pardo grisáceo oscuro o pardo oscuro y estructura débil.

El horizonte B es pardo grisáceo o amarillento con moteados amarillos y rojos, de textura pesada y estructura de bloques.

Son fuerte a medianamente ácidos, pH de 5.0 a 6.0 relativamente constante en todo el perfil; la saturación en bases es media, de 40 a 60 por ciento y puede aumentar en profundidad.

El drenaje es moderado; la materia orgánica y la fertilidad son medias a bajas.

Los suelos de textura media son Praderas Pardas o Rojas con abundantes moteados de los horizontes inferiores. Son ligeramente ácidos, con contenido medio de materia orgánica y fertilidad superior a las Praderas Arenosas previamente descritas.

ZONA 9

SUELOS DE TEXTURA MEDIA Y LIVIANA, BIEN DIFERENCIADOS Y SUELOS PESADOS, POCO DIFERENCIADOS.

Esta zona ocupa aproximadamente el 9 por ciento del territorio nacional y se extiende como una franja de borde irregular en el litoral oeste, desde Colonia hasta Paysandú; además existen pequeñas áreas dispersas en el centro y sur del país.

La zona 9 se subdivide en dos sub-zonas, 9a al Norte y 9b al Sur, en base a la distinta naturaleza de los suelos originada por las diferencias en el material madre y la topografía.

El material geológico está constituido por areniscas de edad Cretácea, más arcillosas en la sub-zona sur y más arenosas, a veces con niveles silicificados, en la sub-zona norte.

El relieve es ondulado en la sub-zona 9a, haciéndose más fuerte y con escarpas rocosas en algunas áreas de Paysandú; las formas convexas son predominantes, con laderas de pendientes que oscilan entre 4 y 10 por ciento. La sub-zona 9b es de relieve más suave, con laderas de 2 a 4 por ciento de pendiente y sin afloramientos rocosos.

En la sub-zona 9a predominan los suelos de texturas livianas y medias, Praderas Arenosas y Praderas Pardas.

Las Praderas Arenosas tienen un horizonte A de 40 a 80 centímetros de espesor, de color pardo grisáceo, textura muy liviana y estructura muy débil; la parte inferior del horizonte A puede ser de color más claro, horizonte A_2.

El horizonte B se extiende hasta 100-150 centímetros de profundidad y es de color gris oscuro en la parte superior, aclarándose en profundidad donde comienzan a aparecer moteados destacados rojos y amarillos; la textura es pesada y la estructura prismática que se rompe en bloques. El contenido de materia orgánica es bajo, alrededor de 1.5 por ciento y la reacción es fuertemente ácida, aumentando el pH en profundidad.

Son suelos de drenaje imperfecto y baja fertilidad, pero con gran capacidad de almacenar agua.

Las Praderas Pardas son de morfología variable, presentando un horizonte A de 20 a 40 centímetros, de color pardo grisáceo a pardo muy oscuro, textura media a liviana y estructura generalmente débil. El horizonte B es por lo común de color gris muy oscuro, con moteados importantes rojos y amarillos en su parte inferior; de textura pesada y estructura de prismas que se rompen en bloques.



Paisaje ondulado de la subzona 9a.

Son suelos de drenaje moderado, contenido de materia orgánica medio a bajo y fertilidad media.

Existe además toda una gama de suelos intermedios entre las Praderas Arenosas y las Praderas Pardas, así como suelos superficiales en las zonas más quebradas.

En esta sub-zona hay también algunos suelos muy oscuros y de textura pesada, similares a los que se describen en la sub-zona 9b.

En la sub-zona 9b predominan los suelos negros, profundos y de textura pesada. Dentro de este grupo, se distinguen Praderas Negras y Grumosoles. Son suelos de drenaje moderado, con un alto contenido de materia orgánica y saturación de bases y fertilidad altas.

Las Praderas Negras tienen un grado de diferenciación medio, mientras que los Grumosoles presentan el doble perfil y microrrelieve de ondas característicos, y casi no tienen diferenciación textural.

ZONA 10

SUELOS OSCUROS DE TEXTURAS MEDIO PESADAS A PESADAS.

Esta zona abarca el 5.5 por ciento del país y se encuentra sobre el litoral platense desde Colonia a Canelones.

El material geológico está formado por limos más o menos arcillosos y calcáreos de la formación Libertad, de edad Pleistocénica. En menor proporción aparecen los sedimentos Pliocénicos de la formación Raigón, de litología muy variable.

El relieve es ondulado suave, con lomas amplias ligeramente convexas y laderas largas, dominando las pendientes de 1 a 4 por ciento.

En esta zona existe una asociación bien definida de Grumosoles, Praderas Pardas medias y máximas y Planosoles.

Los Grumosoles aparecen en las partes altas convexas y presentan microrrelieve de ondas y doble perfil; son similares a los descritos para las zonas 5 y 9, pero con menos contenido de arena y más ricos en limo.

Las Praderas Pardas tienen un horizonte A de 30 centímetros de espesor, de color pardo muy oscuro, textura franco-arcillo-limosa y estructura moderada. El horizonte B tiene de 40 a 50 centímetros de espesor y colores pardo grisáceo muy oscuro o gris muy oscuro, según sean de media o máxima diferenciación. La estructura es de bloques medios a grandes.

El pH es ligeramente ácido (6.0 - 6.5) y la saturación en bases es alta; ambos aumentan en profundidad hasta el horizonte de acumulación de carbonato de calcio. Son moderadamente bien drenados, con un contenido de materia orgánica bastante alto y fertilidad alta.

En las laderas bajas cóncavas aparecen Planosoles y, en menor proporción, Solonetz; ambos son similares a los de la zona 3 pero sus propiedades físicas son mejores.

Efectos de la erosión en la zona 10. Acumulación de material erosionado en las áreas bajas.





Paisaje suavemente ondulado de la zona 10.

ZONA 11

SUELOS MUY OSCUROS, DE TEXTURAS MEDIO PESADAS.

Los suelos de esta zona representan el 4 por ciento del área del país y se extienden desde Colonia hasta Paysandú, en forma discontinua.

El material geológico está constituido por los limos de la formación Fray Bentos, de edad Miocénica. Tienen un contenido variable de calcáreo, que en ciertos casos puede cementar fuertemente los sedimentos (tosca). El relieve es ondulado suave, con lomas alargadas o redondeadas y laderas convexas de 3 a 5 por ciento de pendiente. En algunas zonas, donde aparecen los niveles calcáreos endurecidos a poca profundidad, la topografía es más fuerte con laderas de 6 a 10 por ciento de pendiente.

Los suelos predominantes son Praderas Negras y Praderas Pardas; existen suelos superficiales y Solonetz en menor proporción.

Las Praderas Negras son en general poco diferenciadas y tienen un solum profundo de color negro; el horizonte A es de 20 a 30 centímetros de espesor, textura franco-arcillo-limosa y estructura granular. El horizonte B tiene de 40 a 60 centímetros de espesor, es arcillo-limoso y de estructura en bloques; en profundidad el suelo se hace pardo rojizo y calcáreo.

Las Praderas Pardas son diferenciación variable, grado medio en la mayoría de los casos. El horizonte A es pardo muy oscuro, de textura franco-arcillo-limosa y estructura granular. El horizonte B es de color variable, de pardo oscuro a gris muy oscuro, según la diferenciación textural; de textura arcillo-limosa y estructura de bloques. El horizonte C es menos calcáreo que en las Praderas Negras.

Las propiedades químicas de las Praderas Negras y de las Praderas Pardas son similares. La reacción en el horizonte A es ligeramente ácida a neutra (pH 6.0 a 6.5), haciéndose ligeramente alcalina en profundidad. La saturación en bases es muy alta, siempre por encima del 85 por ciento en el A, y aumenta en profundidad.

Son de drenaje moderado a bueno, con contenido alto de materia orgánica y alta fertilidad.

Los suelos superficiales aparecen en zonas altas convexas y tienen un horizonte A de 15 a 30 cen-



Paisaje suavemente ondulado de la zona 11.

tímetros de espesor, negro, de textura franco-arcillosa y estructura granular. Por debajo aparece la tosca calcárea endurecida.

Los Solonetz aparecen en manchones generalmente pequeños, en áreas cóncavas, y son similares a los de la zona 10.

ZONA 12

SUELOS NEGROS, MUY PESADOS Y POCO DIFERENCIADOS.

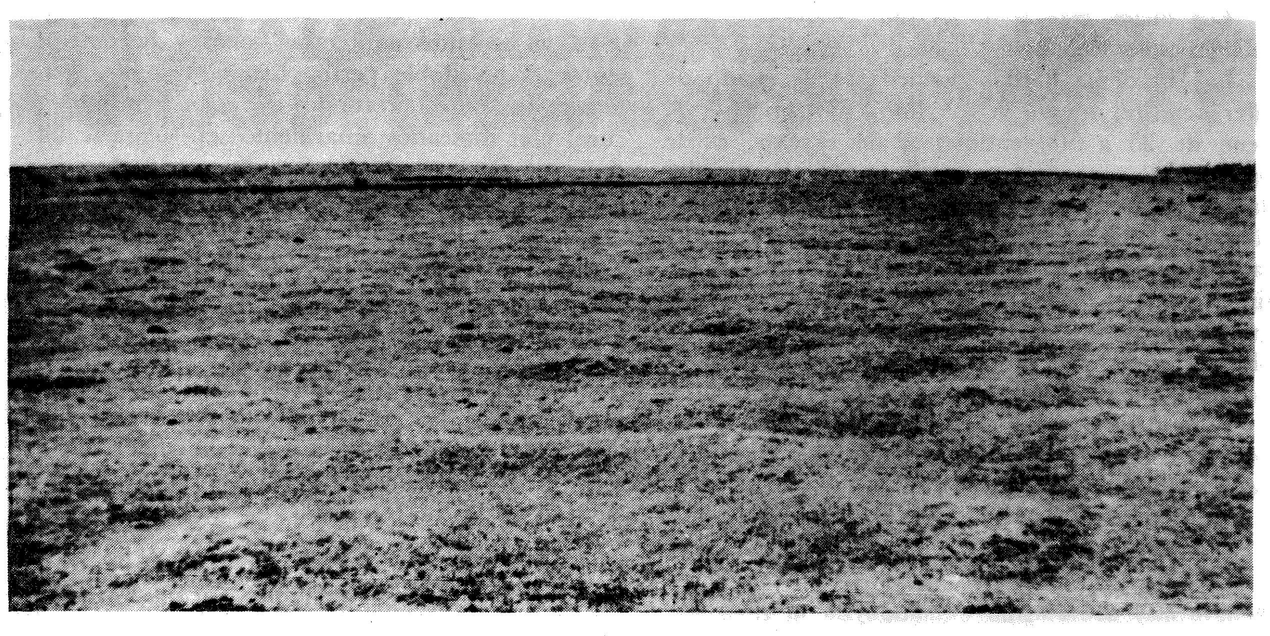
Esta zona ocupa el 5 por ciento del territorio y se distribuye principalmente en Artigas, Salto y Paysandú.

El material madre de estos suelos está constituido por las mismas lavas basálticas de la zona 1, pero alteradas a mayor profundidad.

El relieve es ondulado muy suave, con lomas muy extendidas y laderas muy largas, planas o ligeramente cóncavas; ocasionalmente aparecen afloramientos rocosos en forma de pequeñas escarpas en la parte superior de las laderas.

En esta zona existen como suelos predominantes los Grumosoles y las Praderas Negras, asociados con algunos suelos superficiales.

Los Grumosoles aparecen en la parte alta de las lomas o en planicies. Son suelos profundos de color negro, a veces agrisados en su parte inferior; de textura muy pesada con alto contenido de arcillas expansivas y estructura granular gruesa, en sus horizontes superiores, pasando a bloques en profundidad.



Microrrelieve de montículos característico de las áreas planas en la zona 12.

Presentan un microrrelieve muy acentuado de montículos en las zonas planas y, menos frecuentemente, de ondas en las laderas; carecen de doble perfil y el horizonte C es menos calcáreo que el de otros Grumosoles. Las Praderas Negras son de textura algo más liviana en el horizonte A, de perfil más diferenciado y no presentan microrrelieve. Ambos suelos son de reacción algo ácida (pH 5.8 - 6.2) y de saturación de bases por encima de 85 por ciento, que aumenta en profundidad.

El drenaje es moderado a algo pobre; el contenido de materia orgánica y la fertilidad muy altos. Asociadas a estos suelos aparecen áreas menores de suelos superficiales, junto a los afloramientos rocosos, y de suelos profundos y diferenciados (Praderas Pardas máximas), en planicies altas.

ZONA 13

SUELOS DE TEXTURA MEDIA A PESADA Y GRADO DE DIFERENCIACION VARIABLE, CON SUELOS ALCALINOS ASOCIADOS.

Esta zona abarca aproximadamente el 2 por ciento del país y se extiende como una franja semicircular en el Noreste.

El material madre de los suelos comprende lutitas y siltitas muy finas, de colores grises y amarillos (formación Frayle Muerto), de edad Permiana.

La topografía es ondulada suave, con laderas cortas, de 3 a 5 por ciento de pendiente en algunas áreas, y laderas largas, de 1 a 3 por ciento de pendiente en otras. Los valles son, en general, amplios.

Los suelos más comunes son Praderas Pardas y Grumosoles.

Las Praderas Pardas pueden ser de grado de diferenciación medio o máximo. El horizonte A tiene de 25 a 30 centímetros de espesor, es de color pardo muy oscuro, en las menos desarrolladas, a pardo grisáceo oscuro, en las más diferenciadas; la textura es media y la estructura moderada a débil. El horizonte B tiene de 40 a 60 centímetros de espesor, es de color pardo oscuro o gris muy oscuro, textura pesada y estructura de bloques o prismas. El horizonte C es generalmente grisáceo con un contenido variable de carbonatos.

Son suelos de drenaje moderado a imperfecto, con un contenido de materia orgánica y una fertilidad medios a algo altos.

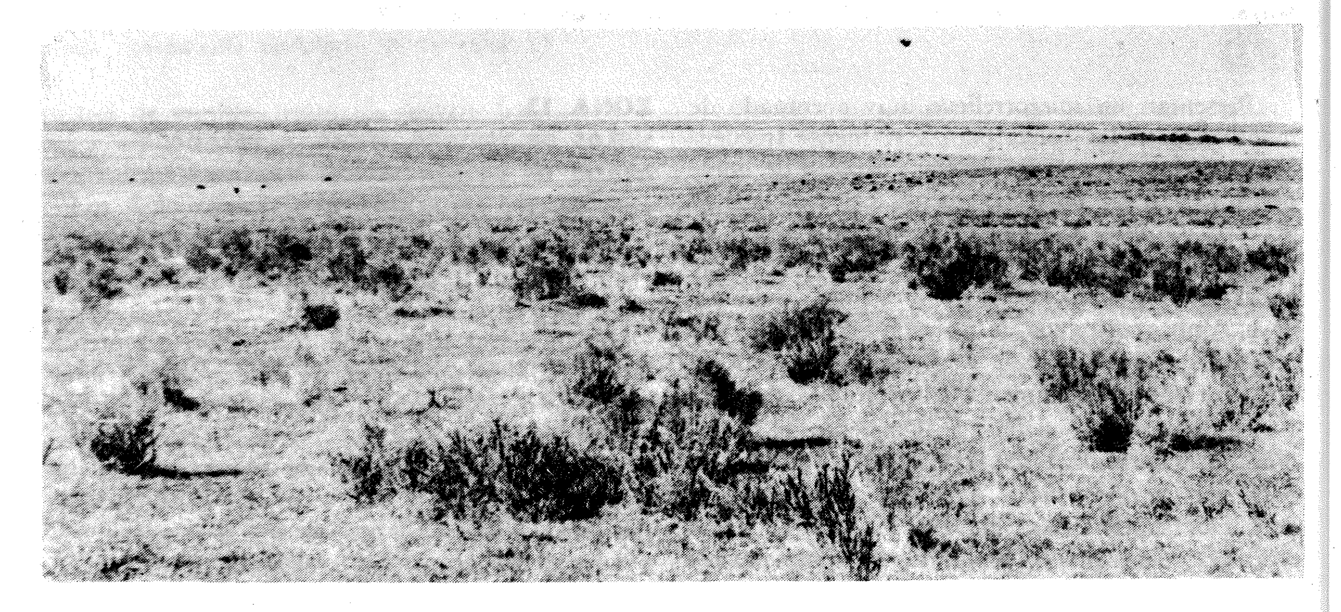
Existen dos tipos de Grumosoles: los negros y los grises. Los *Gumosoles negros* son similares a los ya descritos para otras zonas y pueden presentar o no doble perfil. Los *Grumosoles grises* tienen un solum profundo, de color gris muy oscuro, con moteados amarillentos en su parte inferior; son de textura muy pesada y estructura más débil que la de los Grumosoles negros.

El pH es fuertemente ácido en superficie (5.2) y aumenta en profundidad hasta llegar a valores superiores a 8.0.

Son de drenaje algo pobre y tienen un contenido de materia orgánica medio a alto. Su fertilidad es menor, y sus propiedades físicas menos favorables, que las de los Grumosoles negros.

En las laderas bajas y valles aluviales son frecuentes áreas importantes ocupadas por Solonetz similares a los de la zona 3.

Relieve muy suavemente ondulado de la zona 13.



PRINCIPALES PROBLEMAS DE USO Y MANEJO DE LOS SUELOS DEL URUGUAY

El uso y manejo agrícola de los suelos está condicionado por un conjunto de factores de diversa índole: propiedades intrínsecas de los suelos, caracteres asociados (topografía, erosión, riesgo de inundaciones, etc.), clima y estructura socioeconómica.

Aquí se tratan solamente los factores físicos que afectan el uso y manejo de los suelos del país. Para ello, se consideran grupos muy generalizados de suelos que presentan problemas similares. A esos efectos las trece zonas consideradas anteriormente, se reúnen en cinco grupos en base al informe de la CIDE ya citado. Estos grupos se enumeran a continuación.

Grupo I. Suelos superficiales

Grupo II. Suelos mal drenados.

Grupo III. Suelos profundos, de texturas medias, muy diferenciados y de fertilidad media a baja.

Grupo IV. Suelos profundos, de texturas livianas y fertilidad baja.

Grupo V. Suelos profundos, de texturas medio pesadas a pesadas, poco diferenciados y fertilidad media a alta.

La distribución geográfica de las áreas donde predominan cada uno de estos grupos de suelos, se indica en el mapa 2.

La superficie ocupada por cada grupo y las zonas de suelos incluidas en cada uno de ellos, aparecen en el siguiente cuadro:

Grupo	Zonas	Superficie en miles de hectáreas	Porcentaje del país
I	1, 2	5.450	32.4
II	3	850	5.0
III	4, 5, 6	4.800	28.5
IV	7, 8, 9a	2.095	12.5
V	9b, 10, 11, 12, 13	3.805	21.4

Grupo I
Grupo II
Grupo III
Grupo IV
Grupo V

Mapa de grupos de suelos con similares problemas de uso y manejo.



Suelos muy superficiales del grupo I con tapiz vegetal seco y escaso.

En cada área delimitada en el mapa 2, se encuentra una variedad de suelos, pero los más abundantes responden a las características del grupo asignado.

A continuación, se tratan los problemas de cada grupo de suelos, en base a sus propiedades, lo cual significa que lo dicho para un grupo dado es válido en cualquier zona en que aparezca ese tipo de suelo y no solamente para el área donde predomina.

GRUPO I

SUELOS SUPERFICIALES

Los suelos superficiales pueden aparecer sobre diversos materiales geológicos, pero en el Uruguay la mayor proporción ocurre sobre basalto y en las zonas serranas de Maldonado, Lavalleja, Treinta y Tres y Cerro Largo. En otras zonas, estos suelos aparecen en una proporción relativamente baja, asociados a los suelos predominantes y en esos casos, no constituyen un problema regional importante.

Una característica importante de los suelos superficiales es la naturaleza del material madre. Si éste es compacto, los problemas son mucho más agudos que si está más o menos desagregado, ya que en ese caso las raíces pueden penetrar a mayor profundidad.

Los problemas más importantes de estos suelos son: la escasa profundidad del solum, la baja capacidad de retención de agua y, por lo tanto, el alto riesgo de sequía; la pedregosidad y rocosidad y la alta susceptibilidad a la erosión. En general no son arables y si lo son, sólo deben ararse para instalar praderas invernales permanentes.

El manejo de los suelos superficiales se limita a la protección y mejora de la pradera natural, por medio de la introducción de leguminosas invernales y la fertilización en cobertura.

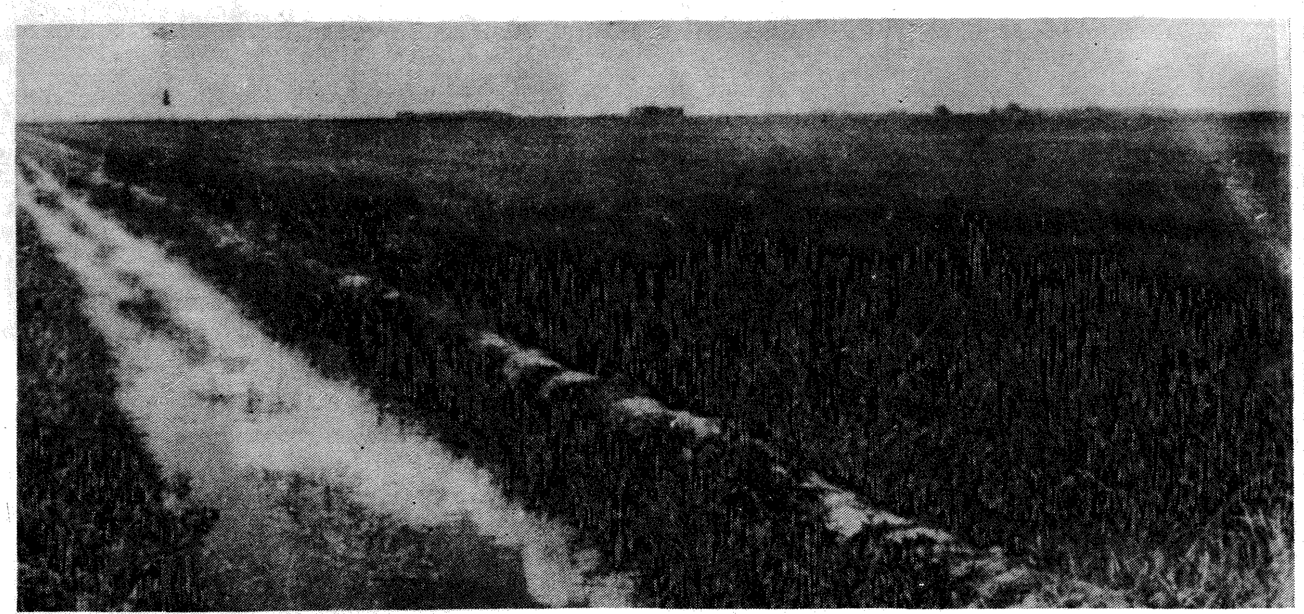
GRUPO II

SUELOS MAL DRENADOS

El grupo de los suelos mal drenados comprende los Planosoles, Gley-húmicos y Suelos de Pantano.

Los Planosoles y Gley-húmicos aparecen en todo el país pero predominan en el Este (zona 3); los Suelos de Pantano están limitados a los Bañados de Rocha y de la Laguna Merín (ver mapa 1).

Los planosoles asociados a otros tipos de suelos presentan características similares a ellos y su uso y manejo será, por lo tanto, común a ambos. Además, en estos casos, los Planosoles ocupan pe-



Campo de arroz y canal de riego en la zona 3a.

queñas áreas dentro de la asociación. Por eso, aquí sólo se tratan los problemas y el uso de los Planosoles del Este, donde son extensos e importantes.

Los principales problemas de estos suelos son: bajo contenido de materia orgánica, baja fertilidad, estructura muy débil en el horizonte A, baja permeabilidad en el horizonte B, exceso de humedad en invierno y déficit de humedad en verano.

La baja permeabilidad del horizonte B y la topografía plana donde aparecen estos suelos, los hace apropiados para el cultivo del arroz bajo riego por inundación. Los rendimientos de este cereal son elevados, aun con un manejo deficiente, lo cual indica un gran potencial natural para el arroz. La productividad de estos suelos, con otros cultivos o bajo pradera, es muy inferior, por lo cual el mejor uso de los Planosoles, cuando existe agua disponible para riego, es el cultivo del arroz. A su vez éste trae aparejado una serie de problemas de manejo del suelo que pueden solucionarse si se encara la rotación con praderas y otros cultivos.

En los Planosoles se debe tratar de aumentar el contenido de materia orgánica y la fertilidad, proteger la agregación superficial y favorecer el drenaje.

Los Gley-húmicos son suelos con alto contenido de materia orgánica, fertilidad de media a alta, muy húmedos en invierno y muchas veces inundables. En general no son cultivables y sólo puede mejorarse la vegetación natural con introducción de especies y fertilización. En algunos casos, donde no hay riesgo de inundación, puede hacerse cultivos de verano.

Los Suelos de Pantano permanecen cubiertos de agua gran parte del año, lo cual limita severamente su uso, que se reduce al pastoreo de verano en las áreas mejor drenadas.

GRUPO III

SUELOS PROFUNDOS, DE TEXTURAS MEDIAS, MUY DIFERENCIADOS Y DE FERTILIDAD MEDIA A BAJA.

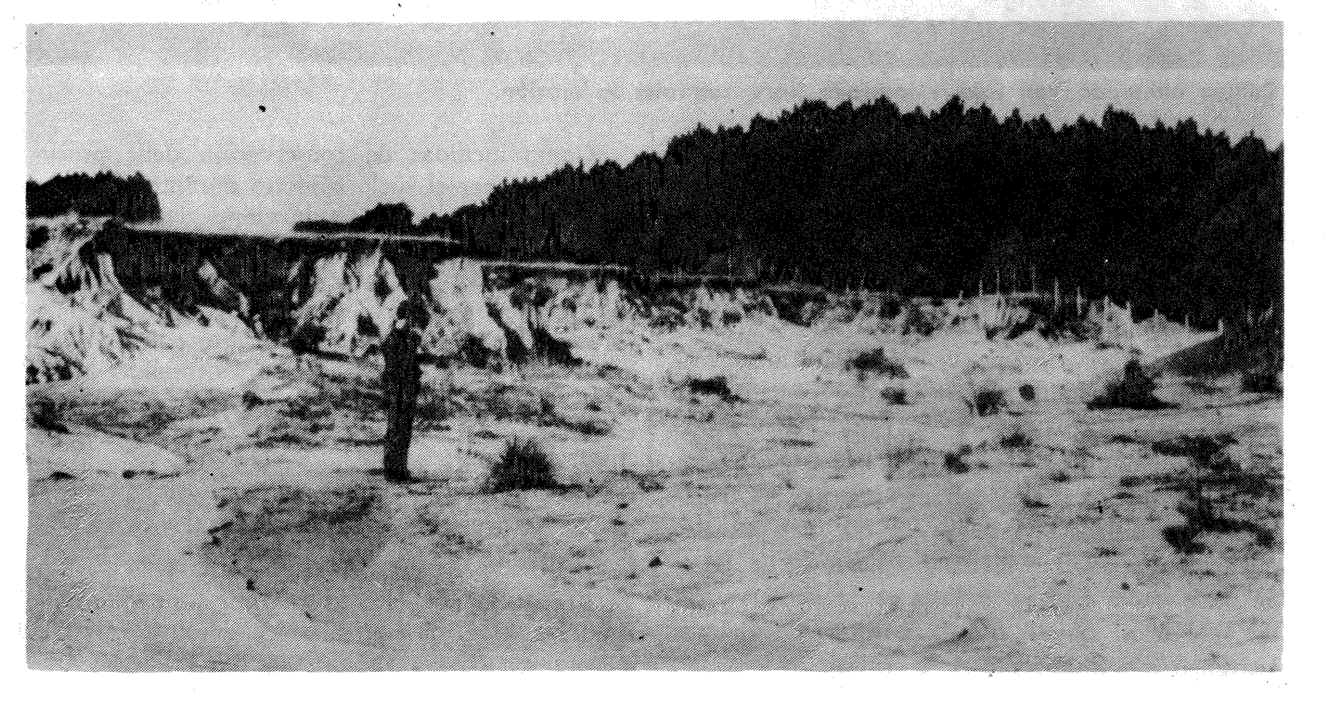
Este grupo comprende fundamentalmente diferentes tipos de Praderas Pardas medias a máximas y máximas, cuya principal característica es la gran diferenciación del perfil. El horizonte A es de texturas medias a livianas, mientras que el horizonte B es pesado, compacto y de permeabilidad lenta.

Estos suelos predominan en las zonas 4, 5 y 6 (ver mapa 1). Estas tres zonas tienen diferencias de grado; los suelos más diferenciados y pobres se hallan en la zona 4, en tanto que en la zona 6 aparecen suelos de textura más liviana que el promedio.

El valor agrícola de estos suelos está muy relacionado al espesor del horizonte A, ya que el horizonte B, por sus malas condiciones físicas, reduce severamente el arraigamiento. En consecuencia, los problemas que se mencionan a continuación serán más o menos acentuados según el espesor y propiedades del horizonte A.

Las principales limitaciones de estos suelos son: régimen hídrico pobre (muy húmedos en invierno

Terreno destruido por la erosión en la zona 4.





Cultivo alternado con faja empastada para controlar la erosión.

y muy secos en verano); horizonte A de estructura débil, muy susceptible a la degradación; baja materia orgánica y fertilidad media a baja; horizonte B compacto y poco permeable: poca resistencia a la erosión.

El manejo de estos suelos debe tender a conservar la materia orgánica y la estructura del horizonte A, aumentar la fertilidad y controlar la erosión.

El sistema de cultivos debe incluir una alta proporción de praderas con leguminosas, en rotación con cultivos invernales, ya que los estivales pueden sufrir severamente por deficiencia de agua. Se debe hacer especial énfasis en la conservación de los suelos, puesto que la pérdida de algunos centímetros del horizonte A es crítica.

Como medidas de conservación debe procurarse mantener el suelo cubierto durante el mayor tiempo posible, mediante rotaciones con predominancia de praderas. Cuando se hacen cultivos es conveniente dejar fajas empastadas perpendiculares a la pendiente. Los suelos con pendientes mayores de 5 por ciento no deben ararse, salvo para instalar praderas permanentes. Es posible mejorar las pasturas mediante introducción de especies y fertilización.

GRUPO IV

SUELOS PROFUNDOS, DE TEXTURAS LIVIANAS Y FERTILIDAD BAJA.

Los suelos de este grupo son principalmente Praderas Arenosas con diferente grado de drenaje interno. En Rivera (Zona 7a), son Praderas Arenosas rojas bien drenadas; en Tacuarembó, Durazno y Cerro Largo (zonas 7b y 8) Praderas Arenosas gris-amarillentas, de drenaje moderado a imperfecto; en el litoral oeste (zona 9a), son Praderas Arenosas, de carácter variable en profundidad, color y textura.

Los problemas de estos suelos derivan de la textura y naturaleza del material madre. Son de baja fertilidad, ácidos, de bajo contenido de materia orgánica, estructura muy débil, que se degrada fácilmente, y muy baja capacidad de retención de elementos nutritivos.

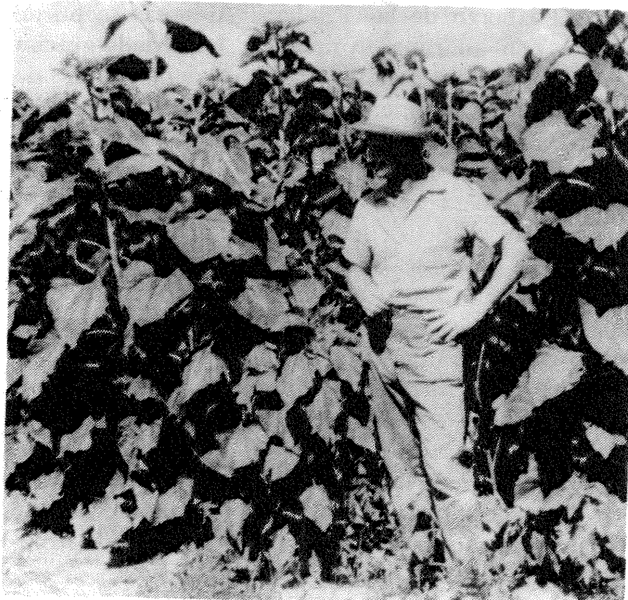
La capacidad de retención de agua del material en sí es muy baja, pero se compensa en base a dos factores: la retención de agua libre por encima del horizonte B, en los suelos de drenaje moderado a imperfecto y el gran volumen de suelo fácilmente accesible a las raíces de las plantas. Esto los hace muy resistentes a la sequía.

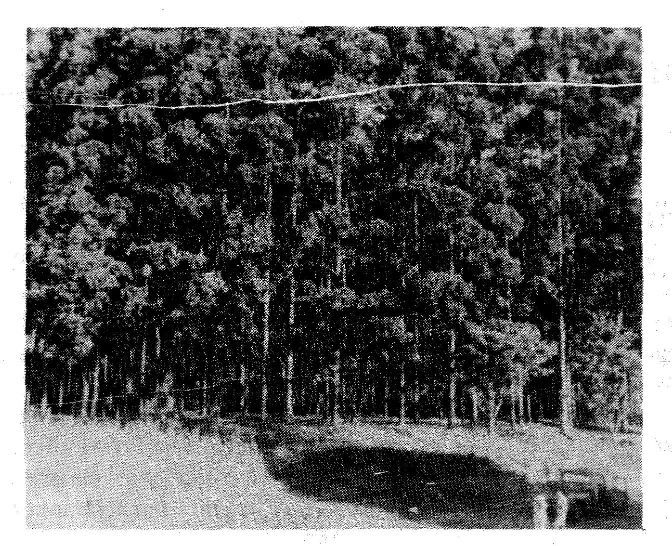
Los suelos bien drenados tienen un riesgo medio de erosión hídrica, debido a su gran capacidad y velocidad de infiltración, pero pueden ser erosionados por el viento cuando están descubiertos y no se mantiene un nivel adecuado de materia orgánica. Los suelos de drenaje moderado a imperfecto son más susceptibles a la erosión hídrica, pero menos afectados por el viento.

El manejo debe tender a mantener el suelo cubierto, para evitar la erosión; aumentar el nivel de materia orgánica; evitar las pérdidas de elementos nutritivos, por medio de fertilizaciones frecuentes en dosis bajas.

Respuesta del girasol a la fertilización en suelos de Pradera Arenosa: sin fertilizante (izquierda) y fertilizado con nitrógeno, fósforo y potasio.







Eucalyptus bien desarrollados en un suelo de Pradera Arenosa.

El laboreo de las Praderas Arenosas se puede hacer con un rango amplio de humedad, gracias a sus texturas livianas, pero se debe tratar de reducirlo al mínimo, lo cual no ocasiona problemas en la preparación de la tierra.

Las rotaciones deben incluir una proporción alta de praderas mixtas (gramíneas y leguminosas) y los cultivos deben ser estivales, a fin de aprovechar el agua que estos suelos pueden almacenar.

Dado que estos campos tienen un predominio de especies de verano, existe una grave carencia de pastos durante el invierno, que debe suplirse con reservas forrajeras o praderas artificiales invernales.

Los cultivos que se adaptan deben ser tolerantes a la acidez; la fertilización es imprescindible.

Los suelos profundos y mejor drenados de este grupo son muy aptos para el crecimiento de árboles, tanto frutales como maderables.

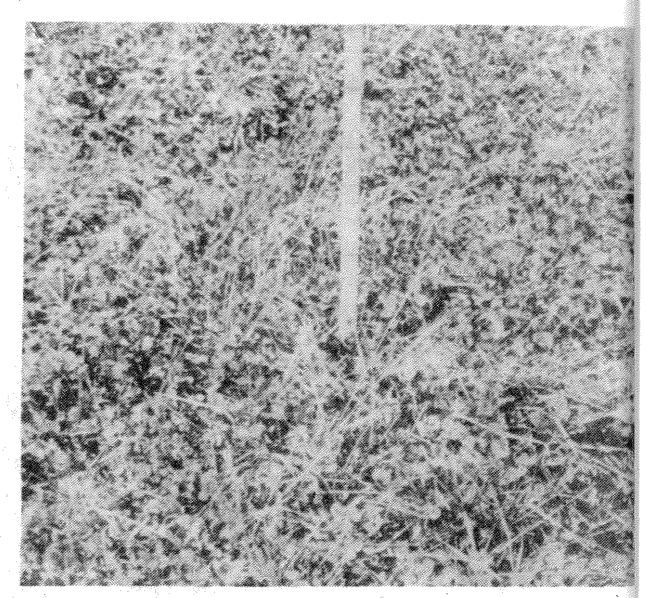
GRUPO V

SUELOS PROFUNDOS, DE TEXTURAS MEDIO PESADAS A PESADAS, POCO DIFERENCIADOS Y FERTILIDAD MEDIA A ALTA.

Este grupo comprende los mejores suelos del país, que hasta el presente han soportado el mayor volumen de la agricultura y fruti-horticultura. En él se incluyen Praderas Pardas medias a mínimas, Praderas Negras y Grumosoles negros y grises; estos suelos aparecen predominantemente en las zonas 9b, 10, 11, 12 y 13 (ver mapa 1).

Entre las Praderas Pardas y los Grumosoles existe toda una gama de texturas y permeabilidades en los suelos; los más pesados se encuentran en la zona 12.

Pradera artificial de alta productividad en suelos de la zona 11.



Los problemas generales de estos suelos son: muy húmedos en invierno y secos en verano; infiltración y permeabilidad lentas; riesgo medio de erosión; laboreo difícil, sobre todo los más pesados; compactación a la profundidad normal de arada ("suela de arado").

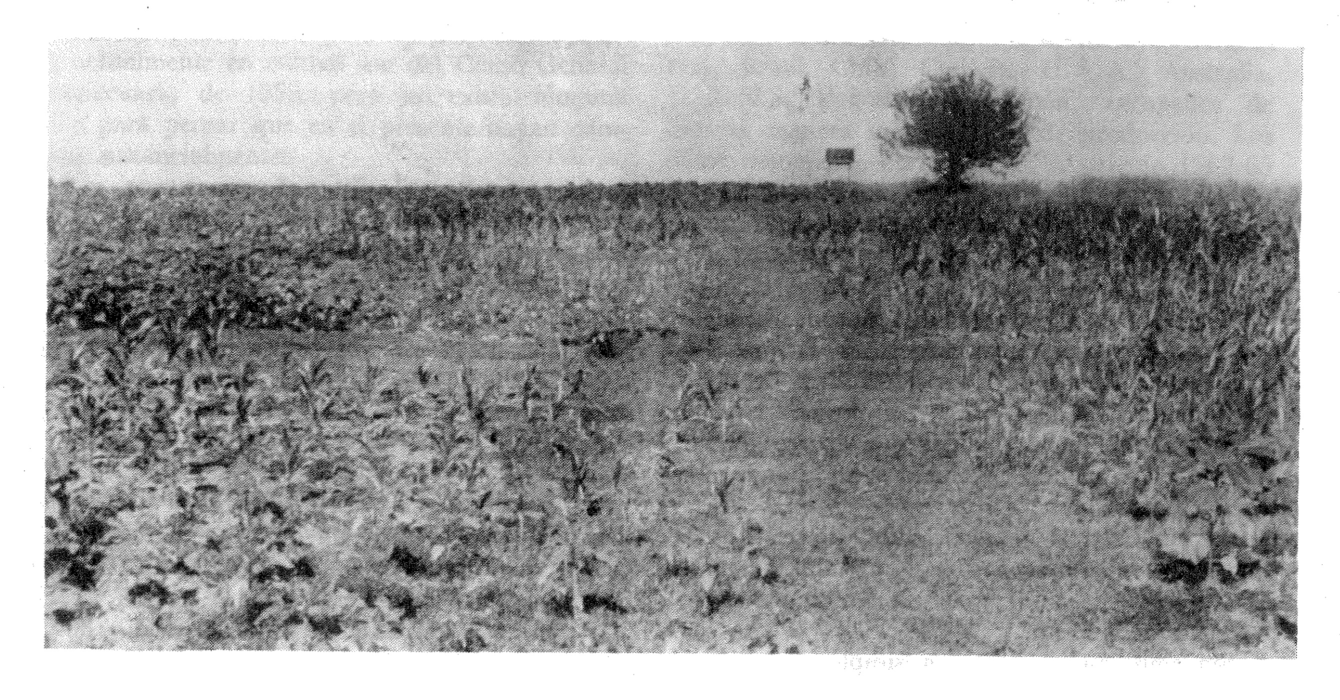
Por otra parte, tienen un contenido de materia orgánica relativamente alto y un nivel elevado de fertilidad natural.

El manejo debe tender a mantener buenas condiciones físicas superficiales, mejorar la infiltración y la permeabilidad, controlar el escurrimiento superficial del agua de lluvia y conservar la humedad del suelo en verano. El laboreo debe hacerse en condiciones de humedad adecuadas (suelo friable), para evitar el "amasamiento", si el suelo está muy húmedo, o la formación de terrones grandes, si está muy seco. El rango de humedad en el cual la tierra se mantiene friable es muy estrecho, lo que dificulta su preparación.

En algunas áreas de las zonas 9b, 10 y 11, la erosión actual es bastante grave y la recuperación de esas tierras puede lograrse por medio de praderas permanentes.

Estos suelos admiten rotaciones muy intensivas, limitadas únicamente por el riesgo de erosión; a su vez la gama de cultivos que se adaptan es amplia. A pesar de su alta fertilidad natural, la fertilización adecuada es beneficiosa e imprescindible en un sistema de cultivos intensivo.

Disminución del crecimiento de las plantas provocado por la erosión en suelos de la zona 11.



CONSIDERACIONES SOBRE EL USO ACTUAL Y POTENCIAL DE LOS SUELOS

El Uruguay se encuentra en la zona de suelos más productivos de América del Sur, la que, a su vez, se halla dentro de las mejores áreas de suelos del mundo. Además, el clima permite una estación de crecimiento de las plantas que abarca todo el año. Estas características, unidas al alto porcentaje de tierras productivas sobre el total de las tierras del país (87.6 por ciento), hacen que la producción agropecuaria tenga un alto potencial y sea por lo tanto un factor de fundamental importancia económica.

Sin embargo, un examen simple y esquemático de la situación actual muestra que se está muy lejos de la máxima utilización de los recursos de suelos y que, a su vez, lo que se utiliza se hace de una manera muy deficiente que se traduce en una baja productividad por unidad de área.

El grado actual de aprovechamiento de las tierras se pone de manifiesto al comparar las superficies bajo cultivo con las áreas potencialmente cultivables. En el siguiente cuadro se dan las cifras por zona de acuerdo con el estudio de la C. I. D. E.

	ZONA													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	total
tierras que se cultivan (miles há.)	158.7	60.7	63.6	42.6	381.9	25.2	39.4	29.7	530.4	409.9	383.1	109.1	22.0	2256.3
tierras potencialmente cultivables. (miles há.)	285 a 425	40 a 75	255 a 340	200 a 270	650 a 910	465 a 555	230 a 255	450 a 600	985 a 1260	650 a 745	490 a 520	220 a 310	280 a 315	5200 a 6580
% de tierras cultivables actualmente en cultivo.	40 a 56	81 a 152	19 a 25	16 a 21	42 a 59	4.5 a 5.4	15 a 17	5 a 7	42 a 54	55 a 63	74 a 78	35 a 50	7 a 8	34 a 43

Los datos utilizados para estimar las superficies actualmente en cultivo son del Censo General Agropecuario de 1956, pero no existe ninguna razón para pensar que en el presente hayan cambiado sustancialmente.

Los porcentajes de utilización de las tierras cultivables varían con las zonas, pero generalmente son bajos; a nivel nacional sólo se cultiva del 34 al 43 por ciento de la tierra apta. Esto deja un margen muy alto para incrementar la producción total por el solo hecho de aumentar el área agrícola.

Otro factor importante para evaluar el uso que se hace de los suelos es la productividad por unidad de área. Ésta es fácilmente analizable en base a los rendimientos de los principales cultivos que se explotan en el país. En el cuadro adjunto se dan cifras, simplificadas y redondeadas, de las superficies que se cultivan y de los rendimientos promedio por hectárea, del país y de un conjunto de otros países buenos productores del cultivo considerado. Entre estos últimos se incluyen Argentina, Brasil, Chile, Canadá, U. S. A., Australia, U. R. S. S., Yogoslavia y Japón, agrupados de distinta manera según el tipo de producción. Los datos manejados corresponden al trienio 1962-65 y fueron tomados del estudio de la C. I. D. E., Sector Agropecuario.

	Área cultivada	Rendimiento Kg. / Há.	
Cultivo	miles de há	Uruguay	Otros países
trigo	400-500	1000	1300-1700
maíz	200	300-800	1000-4000
girasol	120	300-800	700-1700
lino	120	500	600-700
arroz	25	3300	1000-4500
cebada	20	950	1500-3000
remolacha	16	20.000-25.000	35.000-40.000

Las cifras consideradas muestran claramente la baja eficiencia de la agricultura del país.

El lino y el arroz son los cultivos que producen más cerca de los niveles obtenidos en otros países buenos productores; el lino, probablemente por su bajo potencial y una gran adaptación ecológica y el arroz, debido, indudablemente, a un extraordinario potencial natural de los suelos donde se le cultiva.

Todos los demás cultivos considerados dan rendimientos inferiores y muy inferiores a los de otros países productores. A esto se agrega que las variaciones de un año a otro son muy grandes, principalmente en el maíz y girasol (cultivos estivales).

¿Cómo se explica entonces que, con suelos potencialmente muy productivos, los niveles de producción sean tan bajos?

Las causas de este hecho se centran en el nivel tecnológico de la producción agrícola que, a su vez, es función de problemas económicos y sociales (tenencia de la tierra, comercialización, especulación, etc.) y del nivel actual de los conocimientos sobre factores físicos de la producción (suelos y clima del país) en relación directa con las necesidades de los cultivos.

Los problemas individualizados como frenos físicos de la productividad de los cultivos se pueden clasificar en los siguientes grupos:

a) Adaptación de los diferentes cultivos a los diferentes suelos.

b) Sistema de cultivos (rotación).

c) Preparación de la tierra.

d) Fertilización.

e) Erosión.

f) Manejo de los suelos.

g) Variedades utilizadas (semillas).

h) Malezas, plagas y enfermedades.

En el país existe, como ya se indicó, una amplia gama de suelos con propiedades físicas y químicas diferentes. Cada uno de esos tipos de suelo se adapta a diferentes producciones, requiere distintos sistemas de cultivos, distintas operaciones para la preparación de la tierra, diferentes dosis y combinaciones de fertilizantes y distintas precauciones para evitar la erosión. En general, ninguna de esas diferencias se tienen en cuenta y todos esos aspectos de la producción agrícola se determinan, en gran parte, por la tradición de cada lugar. Como casos destacables se puede citar la baja proporción de tierras de cultivo fertilizadas y el grado avanzado de erosión en áreas importantes de las zonas más utilizadas en agricultura (9, 10 y 11). Los daños causados por la erosión son los más graves ya que constituyen un deterioro permanente de los suelos. U. R. S. S., Yugoslavia y Japón, agrupados de campos naturales empobrecidos paulatinamente mediante un pastoreo esquilmante. De esa superficie, alrededor de 4 millones de hectáreas son potencialmente cultivables y el resto, a pesar de no serlo, puede mejorarse por medio de introducción de especies forrajeras más productivas, manejo racional del pastoreo y fertilización. Mediante estas prácticas, aun las tierras no cultivables podrían aumentar varias veces su productividad.

En conclusión, queda claro que el país tiene un alto porcentaje de los suelos sub-utilizados (suelos agrícolas bajo campo natural) y, por otra parte, que el área explotada produce muy por debajo de sus niveles potenciales. Estos hechos abren una perspectiva promisoria para un futuro liberado de las actuales trabas políticas, económicas, sociales y tecnológicas.

ESTADO ACTUAL DEL TRABAJO EN SUELOS

El trabajo en Suelos se puede dividir en dos grandes ramas con orientaciones diferentes.

Por un lado, el trabajo sobre Génesis, Clasificación y Cartografía, que tiene como fin la caracterización y clasificación de los suelos como cuerpos naturales, el estudio de los mecanismos de su formación, y su distribución geográfica.

Por otro lado, la consideración del suelo como uno de los factores de la producción vegetal. En esta orientación se involucran aspectos de estricta relación suelo-planta-clima y asimismo, aspectos de integración de factores de producción, tales como el estudio de sistemas de cultivos, con sus consecuentes efectos en la conservación del suelo y en el mantenimiento de su productividad.

En la actualidad, los estudios de Génesis, Clasificación y Cartografía de suelos se realizan ·n forma cooperativa entre la Facultad de Agronomía y el Ministerio de Ganadería y Agricultura. Estas instituciones formalizaron en el año 1964 un convenio que dio origen al Programa de Estudio y Levantamiento de Suelos. Este organismo tiene el cometido de elaborar la carta básica de suelos del país y la caracterización de las unidades identificadas. Este trabajo se usa como base para la elaboración de una carta general de aptitud de uso, así como para analizar los factores limitantes del uso agrícola de los suelos. De la comparación entre la aptitud de uso teórica y el uso actual se llega a conocer el grado de aprovechamiento que se hace de los suelos. Al mismo tiempo, la misión de F. A. O. que está realizando el estudio integral de la cuenca de la Laguna Merín, ha elaborado la carta de suelos de esa zona. En este trabajo participaron técnicos de dicho organismo internacional y del Programa de Estudio y Levantamiento de Suelos.



Equipo mecánico para extracción de perfiles de suelos.

Las fotografías aéreas constituyen el material básico imprescindible para la realización de estos trabajos, ya que en ellas se puede separar áreas homogéneas en una serie de características, que guardan una estrecha relación con los suelos que aparecen en ellas. Este trabajo de fotointerpretación se complementa con estudios de campo para individualizar los suelos de cada área. De esta manera se llega a elaborar una carta de suelos a nivel de reconocimiento que constituye una de las bases necesarias para la planificación agrícola a escala nacional.

La información proporcionada por el trabajo anteriormente citado se utiliza asimismo para interpretar los procesos de formación de los suelos y para elaborar un sistema de clasificación natural más racional y preciso que el existente.

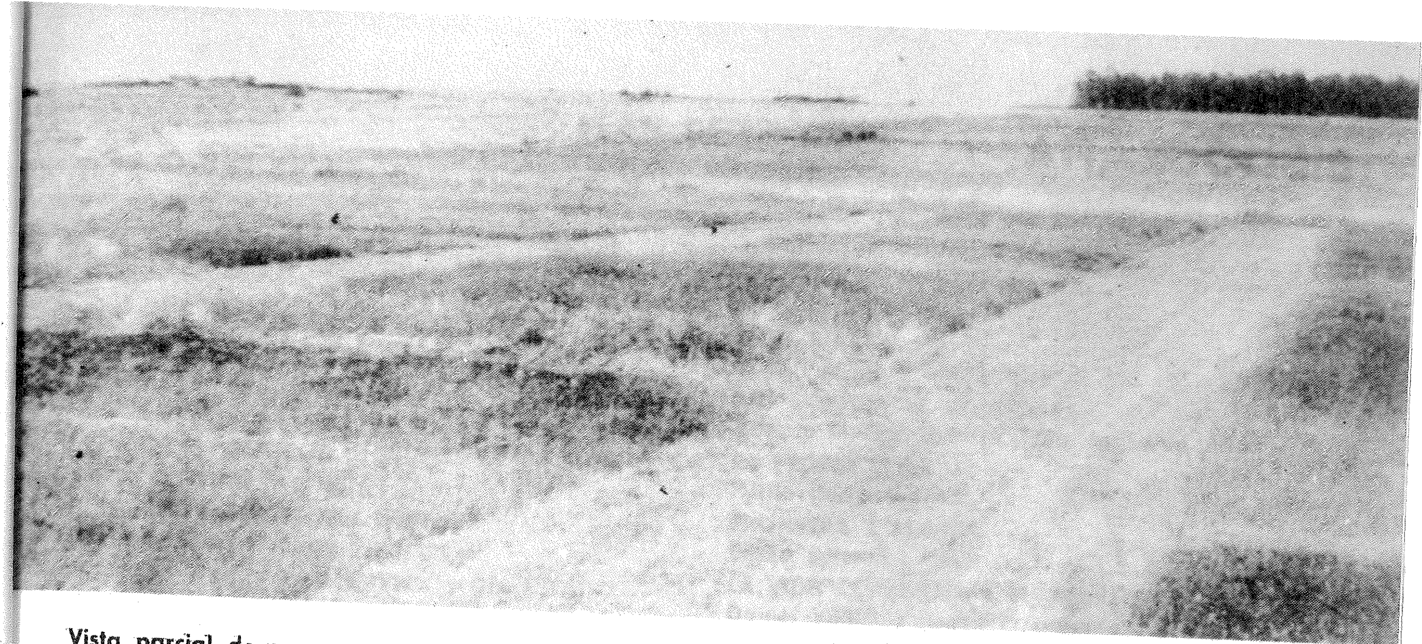
El estudio de los suelos como factor de la producción vegetal busca conocer y evaluar su efecto en el crecimiento de las plantas así como determinar el manejo que permita su mayor aprovechamiento sin disminuir su productividad. Para cumplir este objetivo las propiedades del suelo se evalúan a través de la respuesta de las plantas que crecen y se desarrollan en él.

Desde el punto de vista del desarrollo vegetal, el suelo suministra fundamentalmente elementos nutritivos y agua. El manejo de esos factores para mantenerlos lo más cerca posible de su nivel óptimo, constituye el objetivo más importante del trabajo en esta área.

El método de trabajo utilizado para determinar las relaciones entre las propiedades de los suelos y la respuesta de las plantas, se basa en observar y medir esta última cuando se hacen variar los factores del suelo que la afectan.

El trabajo en Manejo de Suelos, en su sentido más amplio, actualmente se realiza en la órbita de la Facultad de Agronomía, fundamentalmente en la Estación Experimental "Dr. Mario Cassinoni", y del Ministerio de Ganadería y Agricultura, principalmente en el centro de Investigaciones Agropecuarias, "Dr. Alberto Boerger". Asimismo existe otro núcleo de trabajo en el ámbito del proyecto de desarrollo de la cuenca de la Laguna Merín.

En esta área de trabajo se investigan problemas de respuesta a la fertilización y corrección de deficiencias nutritivas, eficiencia del uso del agua en cultivos estivales, sistemas de cultivos y métodos de preparación de la tierra.



Vista parcial de un ensayo de rotaciones de diferentes praderas artificiales con trigo en la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni".

Ensayo de comportamiento de distintos cultivos de verano en suelos de Praderas Arenosas en la zona 9 a.



BIBLIOGRAFIA

BELTRAMINI, E.; J. ESCUDER; C. LABANDERA; A. M. QUADRELLI; R. SACCONE y D. von ZAKRZEWSKI: **Implantación de leguminosas en suelos superficiales sobre basalto.** Facultad de Agronomía. Paysandú 1967 (mimeografiado).

BOSSI, J.: **Geología del Uruguay.** Universidad de la República. Departamento de Publicaciones. Montevideo, 1966.

BUCKMAN, H. O. y N. C. BRADY: **The nature and properties of soil.** Mac Millan Co. 6ª ed. 1960.

C. I. D. E.: **Estudio Económico y Social de la Agricultura en el Uruguay. Sector Agropecuario.** Tomo II, Montevideo, 1967.

C. I. D. E.: **Los suelos del Uruguay, su uso y manejo.** Ministerio de Ganadería y Agricultura. Montevideo, 1967.

DURÁN A. y A. KAPLÁN: **Carta General de Suelos del Uruguay. Leyenda descriptiva y perfiles representativos. Programa de Estudio y Levantamiento de Suelos.** Montevideo, 1967.

FYNN, C.: **Clasificación de los suelos del Uruguay.** Facultad de Agronomía. Montevideo, 1962 (mimeografiado).

GAUCHER, C.: **Traité de Pédologie Agricole. Le sol et ses caractéristiques agronomiques.** Dunod 1968.

PROYECTO LAGUNA MERÍN: **Interim report on the soil conditions of the sedimentary lands around the Merim Lagoon.** Marzo 1968.

RIECKEN, F. F.: **Informe al Gobierno del Uruguay sobre reconocimiento y clasificación de suelos.** F. A. O., Roma, 1959.

THOMPSON, L. M.: **Soils and Soil Fertility.** Mac Graw Hill Book Co. Inc. 2ª ed. 1957.

PLAN DE LA OBRA

(Continuación)

HISTORIA DE NUESTRO SUBSUELO
Rodolfo Méndez Alzola

ÁRBOLES Y ARBUSTOS
Atilio Lombardo

PARTIDOS POLÍTICOS Y GRUPOS DE PRESIÓN
Antonio Pérez García

EL APORTE DE LOS INMIGRANTES
Daniel Vidart y Renzo Pi Hugarte

EL COMERCIO Y LOS SERVICIOS DEL ESTADO
José Gil

LA ECONOMÍA DEL URUGUAY ACTUAL
Instituto de Economía

LOS TRANSPORTES Y EL COMERCIO
Ariel Vidal y Luis Marmouget

LA CLASE DIRIGENTE
Carlos Real de Azúa

EL SABER Y LAS CREENCIAS POPULARES
Equipo de antropólogos

LA ECONOMÍA DEL URUGUAY EN EL SIGLO XIX
W. Reyes Abadie y J. C. Williman (h)

LOS MEDIOS MASIVOS DE COMUNICACIÓN
Roque Faraone

ARTES, JUEGOS Y FIESTAS TRADICIONALES
Equipo de antropólogos

LA ENERGÍA, EL TRANSPORTE Y LA VIVIENDA
Juan Pablo Terra

RÍOS Y LAGUNAS
Raúl Praderi y Jorge Vivo

LAS CORRIENTES RELIGIOSAS
Alberto Methol Ferré y Julio de Santa Ana.

LA PRODUCCIÓN
Pablo Fierro Vignoli

FRONTERA Y LÍMITES
Eliseo Salvador Porta

LA VIDA COTIDIANA Y SU AMBIENTE
Daniel Vidart y Renzo Pi Hugarte

POLÍTICA ECONÓMICA Y PLANES DE DESARROLLO
Enrique Iglesias

PLANTAS MEDICINALES
Blanca Arrillaga de Maffei

LA ECONOMÍA DEL URUGUAY EN EL SIGLO XX
W. Reyes Abadie y J. C. Williman (h)

GEOGRAFÍA DE LA VIDA
Rodolfo V. Tálice

HACIA UNA GEOGRAFÍA REGIONAL
Asociación de Profesores de Geografía

EL PUEBLO URUGUAYO:
PROCESO RACIAL Y CULTURAL
Equipo de antropólogos

LA CULTURA NACIONAL COMO PROBLEMA
Mario Sambarino

PERSPECTIVAS PARA UN PAÍS EN CRISIS
Luis Faroppa

Y UN VOLUMEN FUERA DE SERIE: EL TURISMO EN EL URUGUAY

LOS EDITORES PODRÁN, SIN PREVIO AVISO, SUSTITUIR CUALQUIERA DE LOS TÍTULOS ANUNCIADOS O ALTERAR EL ORDEN DE SU APARICIÓN.

EL MARTES DE LA SEMANA PROXIMA APARECE EL VOLUMEN:

HIERBAS DEL URUGUAY

OSVALDO DEL PUERTO

PLAN DE LA OBRA

1. EL URUGUAY INDÍGENA
   Renzo Pi Hugarte
2. EL BORDE DEL MAR
   Miguel A. Klappenbach - Víctor Scarabino
3. RELIEVE Y COSTAS
   Jorge Chebataroff
4. EL MOVIMIENTO SINDICAL
   Germán D'Elía
5. MAMÍFEROS AUTÓCTONOS
   Rodolfo V. Talice
6. IDEAS Y FORMAS EN LA ARQUITECTURA NACIONAL
   Aurelio Lucchini
7. EL SISTEMA EDUCATIVO Y LA SITUACIÓN NACIONAL
   Mario H. Otero
8. TIEMPO Y CLIMA
   Sebastián Vieira
9. IDEOLOGÍAS POLÍTICAS Y FILOSOFÍA
   Jesús C. Guiral
10. RECURSOS MINERALES DEL URUGUAY
    Jorge Bossi
11. ANFIBIOS Y REPTILES
    M. A. Klappenbach y B. Orejas-Miranda
12. TIPOS HUMANOS DEL CAMPO Y LA CIUDAD
    Daniel Vidart
13. AVES DEL URUGUAY
    Juan P. Cuello
14. LA SOCIEDAD URBANA
    Horacio Martorelli
15. INSECTOS Y ARÁCNIDOS
    Carlos S. Carbonell
16. LA SOCIEDAD RURAL
    Germán Wettstein - Juan Rudolf
17. EL DESARROLLO AGROPECUARIO
    Antonio Pérez García
18. SUELOS DEL URUGUAY
    Enrique Marchesi y Artigas Durán

HIERBAS DEL URUGUAY
Osvaldo del Puerto

EL COMERCIO INTERNACIONAL Y LOS PROBLEMAS MONETARIOS
Samuel Lichtenstejn

FÚTBOL Y SOCIEDAD
Franklin Morales

EL SECTOR INDUSTRIAL
Juan J. Anichini

PECES DE RÍO Y PECES DE MAR
Raúl Vaz Ferreira

EL LENGUAJE DE LOS URUGUAYOS
Horacio de Marsilio